

ISSN 2595-7376
volume 5 - número 1
jan./jun. 2022

RBECM

REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

UPF | EDITORA

ISSN 2595-7376

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Bernadete Maria Dalmolin
Reitora

Edison Alencar Casagranda
Vice-Reitor de Graduação

Rogerio da Silva
Vice-Reitor de Pesquisa, Pós-Graduação, Extensão e Assuntos Comunitários

Antônio Thomé
Vice-Reitor Administrativo

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática

Equipe Editorial

Dra. Aline Locatelli, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Editora-chefe

Dr. Luiz Marcelo Darroz, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Editor executivo

Dra. Cleci Werner da Rosa, Universidade de Passo Fundo, Brasil

Dr. Marco Antonio Trentin, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Editores associados

Conselho Editorial

Ana Rita Lopes Mota – Universidad do Porto, Portugal

Cristiano Roberto Cervi – Universidade de Passo Fundo, Brasil

Daniela Borges Pavani – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Francisco Roberto Pinto Mattos – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Brasil

Marcelo de Carvalho Borba – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil

Matthias Glöel – Universidad Católica de Concepcion, Chile

Miguel Angel Queiruga Dios – Universidad de Burgos, Espanha

Neusa Maria John Scheid – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Brasil

Rosimar Serena Siqueira Esquinsani – Universidade de Passo Fundo, Brasil

Solange Locatelli – Universidade Federal do ABC, Santo André, Brasil

Endereço postal

Universidade de Passo Fundo

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Instituto de Ciências Exatas e Geociências

Campus I - BR 285, Bairro São José - CEP 99052-900

Passo Fundo/RS

E-mail: ppgecm@upf.br

Telefone: 54 3316-8345 (ICEG)

3316-8363 (Secretaria de Pós-Graduação)

A RBECM possui publicação semestral do Brasil sob a responsabilidade do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM), voltada exclusivamente para a pesquisa na área de ensino/aprendizagem de ciências (Física, Química, Biologia ou Ciências Naturais, quando enfocadas de maneira integrada).

Este periódico tem como objetivo principal a divulgação aberta de trabalhos relevantes e originais em pesquisa em ensino de Ciências para a comunidade internacional de pesquisadores.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática [recurso eletrônico] / Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Educação. – Vol. 1, n. 1 (2018)- . – Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2018-

Semestral: 2018-.
eISSN 2595-7376.
Modo de acesso: <http://seer.upf.br/index.php/rbecm>.

1. Ciências exatas - Periódico. 2. Ciências biológicas - Periódico. I. Universidade de Passo Fundo. Instituto de Ciências Exatas e Geociências.

CDU: 372.85

Bibliotecária responsável Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569

UPF EDITORA

Editora
Janaína Rigo Santini

Revisão
Cristina Azevedo da Silva

Programação visual
Rubia Bedin Rizzi

* *A Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática é responsável pela revisão desta edição.*

Sumário

239 Editorial

243 Problematização a partir do Arco de Maguerez: produção de café como tema gerador no ensino de Química

Problematization from the Maguerez Arc: Coffee Production as a Generating Theme in Chemistry Teaching

Tarcisio Leite Dos Santos, Fabielle Castelan Marques, Edmundo Rodrigues Junior, Julio Cesar Madureira Silva

269 Ensino por investigação para os conteúdos de número atômico e partícula subatômica à luz da educação do campo

Research teaching sequence for the contents of atomic number and subatomic participle in the light of field education

Stephanie Oliveira Augusto, Maricleide Pereira de Lima Mendes

295 Simple thematic debate and debate between groups with questions: argumentation techniques in elementary school for learning atomic models

Debate temático simples e Debate entre grupos com perguntas: técnicas de argumentação no Ensino Fundamental para aprendizagem de modelos atômicos

Bruno Elias Rocha Lopes, Beatriz Machado Gomes

318 Propostas de ensino sobre o tema produção de açúcar no processo de ensino e aprendizagem da química do período de 2000 a 2020 no Brasil

Teaching proposals on the topic of sugar production in the teaching and learning process of chemistry from 2000 to 2020 in Brazil

Carlos Neco da Silva Júnior, Luana Priscila da Silva

350 *Inquiry-based science education*: revisão de uma década de produções científicas

Inquiry-based science education: review of a decade of scientific production

Fabiana Pauletti, Carla Morais

373 Impressão 3D e pesquisas em ciências da natureza: um olhar sobre a produção científica na área

3D printing and research in nature sciences: a look at scientific production in the area

Mylena Iasmim Figueiredo Pires, Airton José Vinholi Júnior

393 Ensino por investigação no ensino de biologia: uma revisão sistemática dos eventos ENEBIO e ENPEC

Research Teaching in Biology Teaching: A Systematic Review of the ENEBIO and ENPEC events

Ana Júlia Soares Santana, Maria Danielle Araújo Mota, Leonir Lorenzetti

420 O uso de portfólios na elaboração e apresentação de trabalhos em feiras de ciências: compreensões a partir de uma revisão de literatura

The use of portfolios in the elaboration and presentation of works in Science Fairs: understandings from a literature review

Luciana Batista de Freitas, Pedro Fernando Teixeira Dorneles, Lisete Funari Dias

440 Educação científica na era da pós-verdade: a fragilização dos conhecimentos biológicos

Scientific education in the post-truth: the fragilization of biological knowledge

Antonio Augusto Morais Feitosa, Francisca Valkiria Gomes de Medeiros, Cícero Antonio Maia Cavalcante

462 Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCS): uma revisão

Unconventional Food Plants (PANCS): a review.

Vera Lucia Pereira dos Santos, Izabelle Cristina Garcia Rodrigues, Rita De Cássia Alberini, Ivana de França Garcia, Rodrigo Berté

471 Produção de videos documentários para o diálogo intercultural no ensino de ciências em comunidades tradicionais

Production of documentary videos for intercultural dialogue in science teaching in traditional communities

Brenda Evelyn da Conceição Pereira, Geilsa Costa Santos Baptista

490 Galileu e o mito da torre de pisa: revisitando a temática em meios digitais educativos

Galileo and the myth of the tower of pisa: revisiting the theme in digital educational media

Leonardo André Testoni, Claudio Wagner Locatelli, Solange Wagner Locatelli, Arthur Biasotto Caldeira Gomes

516 O engajamento de estudantes durante a investigação do tema sociocientífico 'raios'

Student's engagement during an inquiry about the Socio-scientific issue 'lightning'

Leandro da Silva Barcellos, Wallace Prodígios Morais, Geide Rosa Coelho

540 Perspectivas da modelagem matemática nos cursos de licenciatura em matemática no Brasil

Perspectives of mathematical modeling in licensing courses in mathematics in Brazil

Lucineia Oenning, Elisângela Aparecida dos Santos, Márcio Urel Rodrigues

571 Contribuições do processo formativo para professores da educação básica: a escolha do tema em uma aula investigativa

Contributions of the training process for basic education teachers: the choice of the topic in an investigative class

Marlúbia Corrêa de Paula, Maria Elizabete Souza Couto, Débora Cabral de Lima, Sandra Paula Almeida Nascimento, Alessandra Costa Freitas

595 Tecnologia assistiva como artefato cultural tecnológico para aprendizagem de alunos com baixa visão

Assistive technology as a technological cultural artifact for learning students with low vision

Jaqueline Santos Vargas-Plaça, Shirley Takeco Gobara, Luis Radford

620 Aprender pela pesquisa centrada no aluno: um movimento para desenvolver os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais

Learning through student-centered research: a movement to develop attitudinal, procedural and conceptual content

Willian Patrick Oliveira da Silveira, Everton Bedin

644 Análise de factores determinantes na escolha da área de estudos no 2º ciclo (ESG2), Manhiça – Moçambique

Analysis of determining factors in the choice of study area in the 2nd cycle (ESG2), Manhiça – Mozambique

René Júlio Mavulha, Miranda Albino Martins Muaualo, Lucas Lavo António Jimo Miguel

666 Ensinar ciências por investigação em tempos de pandemia: promovendo a alfabetização científica por meio da abordagem de uma *fake news* sobre o câncer

Teaching Science by Research in pandemic times: promoting Scientific Literacy through a fake news about câncer

Mariana Magalhães Monteiro, Valéria de Souza Marcelino

689 O papel da educação no mundo pós-pandemia: pela (re)fundação de uma pedagogia das virtudes com inspiração herbartiana

The role of Education in the post-pandemic world: the (re)Foundation of a Pedagogy of Virtues with Herbartian Inspiration

Nathan W. Lima

707 Aves e mamíferos da caatinga: experiências com jogos educativos para a valorização da fauna local

Birds and mammals of the caatinga: experiences with educational games for the valorization of the local fauna

Letícia Sousa dos Santos Ferreira, Alderyce Passos Silva, Wedson de Medeiros Silva Souto, Patrícia Maria Martins Nápolis

725 Elaboração de um manual didático para o ensino de radioatividade fundamentado no modelo do ensino híbrido rotação por estações e na gamificação

Elaboration of a didactic manual for the teaching of radioactivity based on the model of blended learning rotation by stations, and in the gamification

José Eudes da Silva de Oliveira, Bruno Silva Leite

Editorial

Caro leitor!

O Brasil atravessa a maior crise educacional de sua história, desencadeada pela pandemia de COVID-19. Dificuldades tecnológicas, desigualdades sociais, acesso precário a sistemas computacionais, baixos níveis de letramento digital, tanto de professores quanto de estudantes e pouca conectividade foram alguns dos fatores que levaram o modelo de Ensino Remoto Emergencial ao fracasso.

Esse cenário desolador é agravado por sucessivos cortes nas verbas governamentais destinadas à educação, à ciência e tecnologia, que se juntam a outros problemas crônicos de nosso país, como a falta de políticas públicas eficientes e duradouras na formação docente, inicial e continuada, além de novos problemas, como a crescente desinformação em nossa sociedade.

A propagação das fake news cria preocupantes anacronismos, como o terraplanismo e o movimento antivacina. Em meio a um mar de retrocessos, guerras e desastres ambientais em nível mundial, sentimos necessidade de vozes lúcidas, de propostas inovadoras e esclarecidas, de argumentos baseados em evidências científicas. Nunca a produção acadêmica foi tão necessária.

Nesses tempos obscuros, é uma grata surpresa se deparar com tantos e tão relevantes artigos voltados à promoção do conhecimento científico, como os que foram reunidos nesse número da Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática (RBECM).

As propostas para um ensino problematizador em Química se fazem presentes no artigo de Tarcisio Leite Dos Santos, Fabielle Castelan Marques, Edmundo Rodrigues Junior e Julio Cesar Madureira Silva, por meio do Arco de Maguerez, na Sequência de Ensino por Investigação (SEI), elaborada por Stephanie Oliveira Augusto e Maricleide Pereira de Lima Mendes e na implementação da metodologia ativa Dicumba – Desenvolvimento Cognitivo Universal-Bilateral da Aprendizagem,

proposta por Willian Patrick Oliveira da Silveira e Everton Bedin, buscando despertar a curiosidade do estudante pela Química a partir de seus próprios interesses, sustentada no tripé saber, saber-fazer e saber-ser.

Ainda no campo da Química, Carlos Neco da Silva Júnior e Luana Priscila da Silva trilharam um caminho investigativo de caráter exploratório bibliográfico. Pesquisas como essa são igualmente necessárias para o meio acadêmico, pois embasam e orientam outras pesquisas, caminho esse semelhante ao adotado por Fabiana Pauletti e Carla Morais, no campo do Ensino de Ciências, de modo mais amplo, e por Antonio Augusto Morais Feitosa, Francisca Valkiria Gomes de Medeiros, Cícero Antonio Maia Cavalcante, de modo mais específico, no campo da Biologia.

Ana Júlia Soares Santana, Maria Danielle Araújo Mota, Leonir Lorenzetti também se dedicaram a uma revisão sistemática da literatura, mas se concentraram em eventos de sua área, no caso, a Biologia, com o ENEBIO e o ENPEC. Nessa direção, Luciana Batista de Freitas, Pedro Fernando Teixeira Dorneles e Lisete Funari Dias buscaram eventos de promoção da pesquisa científica em nível escolar, mas de uma natureza mais específica: as Feiras de Ciências, com ênfase sobre os portifólios.

A pós-verdade, desinformação e sentimento anticiência foram objeto de investigação de Antonio Augusto Morais Feitosa, Francisca Valkiria Gomes de Medeiros e Cícero Antonio Maia Cavalcante. Na mesma linha, temos os estudos de Mariana Magalhães Monteiro e Valéria de Souza Marcelino a respeito da viabilidade do Ensino por Investigação no contexto do ensino remoto, por meio da abordagem de *fake news* em tempos de pandemia, com o intuito de promover a alfabetização científica. Essas autoras também assumiram a perspectiva metodológica da Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Focado no momento em que vivemos e nos possíveis cenários educativos de um mundo pós-pandemia, encontramos o trabalho de Nathan W. Lima, que parte da concepção de que educação e organização política são indissociáveis, embasado na filosofia e pedagogia herbartiana.

Outros pesquisadores se debruçaram sobre temas que discutem a presença, a cada dia maior, da tecnologia e inovação, como o trabalho de Mylena Iasmim Figueiredo Pires e Airton José Vinholi Júnior, sobre a impressão 3D e cultura maker na exploração das Ciências da Natureza, bem como o artigo de Brenda Evelyn da Conceição Pereira e Geilsa Costa Santos Baptista, sobre a produção de vídeos, do tipo documentário. Também na linha de investigação dos meios digitais, encontramos a pesquisa de Leonardo André Testoni, Claudio Wagner Locatelli, Solange

Wagner Locatelli e Arthur Biasotto Caldeira Gomes, preocupados com o modo que a História da Ciência, mais especificamente da Física, se apresenta na rede mundial de computadores e com a desconstrução de mitos, no caso, de Galileu Galilei.

Prosseguindo no campo da Física, destacamos o trabalho de Bruno Elias Rocha Lopes e Beatriz Machado Gomes, onde se promove técnicas de debate na perspectiva da Aprendizagem Significativa. Leandro da Silva Barcellos, Wallace Prodígios Morais e Geide Rosa Coelho conduziram suas investigações na área da atividade investigativa contextualizada, por meio de uma questão sociocientífica (QSC), no curso de Licenciatura em Física de uma universidade pública federal.

Ainda no campo das licenciaturas, encontramos a pesquisa de Lucineia Oenning, Elisângela Aparecida dos Santos e Márcio Urel Rodrigues, que buscou caracterizar a maneira como a Modelagem Matemática está explicitada nos Projetos Pedagógicos de Curso de Licenciatura em Matemática no Brasil, e identificar as diferentes perspectivas dessa metodologia de ensino contidas na formação inicial de professores de Matemática no Brasil.

Seguindo com a Educação Matemática, temos o artigo de Marlúbia Corrêa de Paula, Maria Elizabete Souza Couto, Débora Cabral de Lima, Sandra Paula Almeida Nascimento e Alessandra Costa Freitas, centrado na realização do processo formativo on-line de professores denominado Matemática #COmVIDa, que buscou, dentre outros objetivos, a promoção de uma metodologia ativa próxima da Modelagem Matemática que acabamos de citar: o Ciclo Investigativo de Pesquisa, também conhecido como Ciclo PPDAC, contemplando novas demandas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Na Educação Especial, destacamos a pesquisa de Jaqueline Santos Vargas-Plaça, Shirley Takeco Gobara e Luis Radford, abordando as Tecnologias Assistivas (TA), enquanto artefato cultural tecnológico, no auxílio aos estudantes com baixa visão no processo de aprendizagem em contextos escolares, embasados na Teoria da Objetivação.

Refletindo sobre a presença do ensino de Ciências nas reformas educacionais que envolvem o segmento do Ensino Médio, e seus correspondentes em nível internacional, encontramos a pesquisa de René Júlio Mavulha, Miranda Albino Martins Muaualo e Lucas Lavo António Jimo Miguel.

Finalmente, temos os produtos educacionais “Aves e mamíferos da caatinga: experiências com jogos educativos para a valorização da fauna local”, de Letícia

Sousa dos Santos Ferreira, Alderyce Passos Silva, Wedson de Medeiros Silva Souto e Patrícia Maria Martins Nápolis, uma proposta de exploração do jogo didático, envolvendo animais nativos para a promoção da Educação em Ciências e da Educação Ambiental, e "Elaboração de um manual didático para o ensino de radioatividade fundamentado no modelo do ensino híbrido rotação por estações e na gamificação", de José Eudes da Silva de Oliveira e Bruno Silva Leite, que também navega pelas ondas das metodologias ativas, mais especificamente da Gamificação, no contexto do Ensino Híbrido, para abordar a Radioatividade no ensino de Química.

É notável, nessa publicação, a diversidade de perspectivas teóricas e metodológicas, tratando de temáticas fundamentais para o ensino e a aprendizagem de Ciências e de Matemática, em diferentes níveis segmentos de ensino. É papel do professor/pesquisador investigar, formar e agir para mudar o mundo.

Enquanto escrevo esse editorial, acompanho, horrorizado, a invasão da Ucrânia pelo exército russo. O mundo se encontra em alerta máximo, temendo uma nova guerra mundial, um conflito nuclear. Isso me faz lembrar das palavras do grande educador brasileiro, que recentemente ascendeu a outros planos, Ubiratan D'Ambrosio: "Sem paz não haverá sobrevivência. Educar para a paz é educar para a sobrevivência da civilização deste planeta, da humanidade, da espécie – mas a sobrevivência de todos com dignidade". Confiante nas contribuições das pesquisas no campo do Ensino de Ciências e de Matemática, para fazer deste, um mundo melhor, recomendo essa edição.

Desejo a todos uma boa leitura!

Prof. Dr. Cassio Cristiano Giordano - FURG
Pós-Doutorado no PPGEC - Programa de
Pós-Graduação em Educação em Ciências
Universidade Federal do Rio Grande

Problematização a partir do Arco de Maguerez: produção de café como tema gerador no ensino de Química

Tarcisio Leite Dos Santos*, Fabielle Castelan Marques**, Edmundo Rodrigues Junior****, Julio Cesar Madureira Silva****

Resumo

As metodologias ativas de ensino têm sido temas de diversos trabalhos por se mostrarem eficazes no auxílio às práticas pedagógicas. Na aplicação desse projeto, foi utilizada a Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez em uma turma do 3º ano do Ensino Médio da EEEFM Virgínia Nova, localizada na cidade de Rio Novo do Sul - ES, com o objetivo de debater conteúdos de Química de forma interdisciplinar, utilizando a Produção de Café como tema gerador. Os alunos desenvolveram materiais como: diário de bordo, produção audiovisual, confecção de protótipos e games. A abordagem do projeto utilizando a metodologia da problematização presente no Arco de Maguerez, contribuiu para que os alunos pudessem despertar o senso crítico, reconhecendo uma situação-problema que vivenciam, e criando métodos capazes de solucionar ou minimizar a problemática. Neste contexto, os educandos elaboraram soluções, interligando conceitos da Química, Biologia e eletrônica e produziram despolpador de baixo de custo, irrigador alternativo e secador sustentável. Em relação ao uso das etapas do Arco de Maguerez como metodologia, elas demonstraram que os alunos tendem a apresentar um conhecimento prévio que deve ser levado em consideração. Apesar de serem cinco etapas, o Arco de Maguerez demanda um planejamento voltado para interação mais próxima entre professor – aluno – comunidade, de modo que todos são envolvidos no processo ensino e aprendizagem. Como forma de complementar a metodologia do Arco, os alunos elaboram um jogo sobre Química Orgânica, buscando vincularem as experiências vividas sobre o tema café com conceitos teóricos.

Palavras-chave: Ensino de Química; Metodologia da Problematização; Arco de Maguerez; Produção de Café; Metodologias Ativas.

* Especialista em Ensino de Ciências com Ênfase em Física e Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Professor da Rede Estadual e Privada do Espírito Santo, Brasil. E-mail: tarcisiofarma@hotmail.com

** Doutor em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Brasil. E-mail: fabiellec@ifes.edu.br

*** Doutor em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Brasil. E-mail: edmundor@ifes.edu.br

**** Mestre em Engenharia de Materiais pelo CEFET MG. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Brasil. E-mail: jmadureira@ifes.edu.br

https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.11627
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
Recebido em: 10/09/2020; Aceito em: 11/05/2021
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

Com o mundo em constantes transformações, a fluidez das informações, vida globalizada e dinâmica impulsionam os agentes educadores a se adaptarem a essa nova realidade, aprimorando o processo de ensino e aprendizagem. Paralelo a essas mudanças educacionais, está o acelerado avanço da tecnologia, com surgimento de novas ferramentas, tais como aplicativos educacionais, *softwares*, plataformas de ensino, robótica e outros (BARBOSA; PEREIRA; SANTOS, 2019; SULZBACHER, 2019). Entretanto, tais ferramentas precisam de tempo e treinamento para que possam ser inseridas no ambiente escolar. As metodologias vigentes, ainda são pautadas no aluno como receptor de verdades que lhe são transmitidas bem como a memorização de fórmulas e reconhecimento de estruturas dos compostos (ROCHA e VASCONCELOS, 2016).

Diante deste cenário, Marcondes (2008) afirma que o professor pode realizar abordagens utilizando metodologias investigativas, que permitam aos estudantes, trabalhar em grupo com o objetivo de discutir os resultados encontrados, e dessa forma valorizar as habilidades sociais que uma atividade experimental pode desenvolver. Isso requer colaboração e interação, no intuito de promover uma aprendizagem que vá além da sala da aula.

Dentre estas metodologias encontra-se o Arco de Maguerez, uma Metodologia Ativa que surgiu em 1960, pelo francês Charles Maguerez e, segundo Soares et al. (2016, p.4), deve ser utilizado como estratégia para a aplicação da Metodologia da Problematização (MP), e "[..] surgiu da necessidade de uma perspectiva de ensino voltada sobretudo a construção de conhecimento pelo estudante". De acordo com Berbel (1998), a Metodologia da Problematização extrai os problemas que cercam o educando a partir da observação da sua realidade, enquanto metodologias como Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), uma equipe de especialistas elabora as problemáticas em relação ao ensino, a partir de uma organização curricular.

Baseando-se nas ideias de Berbel e Gamboa (2011), a respeito da metodologia da problematização com o Arco de Maguerez, este trabalho tem por objetivo apresentar dados de uma pesquisa qualitativa realizada através de intervenções didático - pedagógicas, utilizando como temática a produção de café, aproveitando a realidade da localidade dos educandos. O cultivo do café é a principal atividade agrícola de 80% dos moradores do município de Rio Novo do Sul (INCAPER, 2011,

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

p.12). Dessa maneira, a temática "café" encontra-se inserida no contexto de vida dos educandos da região sendo, portanto, o ponto de partida para abordar conteúdos de Química, por meio de metodologias ativas. A aplicação da sequência didática e seus procedimentos foram baseados na metodologia da problematização, utilizando o Arco de Maguerez articulado a metodologia da problematização.

Referencial Teórico

A Importância dos Temas Geradores no Ensino de Química

Ao questionar se o processo de ensino – aprendizagem condiz com a realidade do aluno, Freire (1987) alerta-nos para buscar uma metodologia investigativa voltada para a utilização de Temas Geradores, ou investigação temática, que envolve a busca pelo conhecimento e a relação entre homem e o mundo que vive.

Costa e Pinheiro (2013) destacam que o método de ensino adotado por Freire, era por meio da transformação de palavras geradoras, que eram retiradas do contexto de vida dos alunos, fazendo com que seu aprendizado se tornasse mais significativo. Essa metodologia baseia-se no diálogo e na manifestação de ideias, no intuito de que o homem pode pensar seu mundo de uma forma crítica e conscientizadora. Segundo Freire, a sociedade "[...] além desta temática universal, continental ou de um mundo específico de semelhanças históricas, ela vive seus temas próprios, suas situações-limite" (FREIRE, 1987, p.60).

Dentro dessa perspectiva, Santos e Schnetzler (2003) afirmam que o ensino deve ser baseado na inter-relação entre a informação química e o contexto social, para que o cidadão não só possa compreender os conceitos, mas a sociedade em que está inserido. Os autores alertam que planejar aulas envolvendo o contexto social não é meramente incluir componentes sociais, pelo contrário, é compreender a Ciência/Química como uma atividade humana que foi resultante de um processo de construção social.

Andrade e Simões (2018), utilizaram Temas Geradores a partir da aplicação da problematização em uma turma de 3º ano do Ensino Médio com objetivo de analisar o desenvolvimento da aprendizagem de conteúdos de Química, utilizando a temática drogas. Os autores concluíram que ao utilizar temas da realidade social podendo

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

problematizá-lo, os alunos foram mais participativos e interessados, superando suas dificuldades e abrindo caminhos para a iniciação científica.

A partir de sua aprovação, em dezembro de 2018, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) passa a ser a referência na elaboração dos currículos, construção e revisão das propostas pedagógicas, preparação de materiais didáticos e nas avaliações (BRASIL, 2018). Além de estabelecer competências e habilidades que os alunos devem desenvolver, a proposta da BNCC exige que seja feito um trabalho coletivo entre os educadores, evidenciando uma aprendizagem voltada para uma articulação interdisciplinar, abordando questões sociais, ambientais e econômicas. Esta articulação deve acontecer principalmente durante a elaboração do currículo escolar, tendo a BNCC como documento padrão, mas levando em consideração a parte diversificada, amparada por lei e que deve partir do contexto local, social, cultural e individual de cada escola. Perez (2018) também orienta na BNCC, que o estudante deve aprender a aprender continuamente, que deve valorizar o diálogo e expressar sua opinião, e que consiga fazer conexões entre o conhecimento científico e suas vivências cotidianas. A articulação entre os temas geradores, a BNCC e os currículos escolares, não é uma tarefa muito fácil, tanto que, Japiassu (1976) já alertava que as disciplinas têm um enfoque específico e cada uma delas adota um ponto de vista próprio para observar, representar e explicar a realidade.

Metodologias Ativas e o Arco Maguerez

As metodologias ativas são consideradas, por diversos pesquisadores, como uma boa prática educacional, pois tem como finalidade encontrar a solução para um problema ou um caso, partindo de experiências reais ou simuladas, análise, estudos, tomada de decisão individual e/ou coletiva, levando o aluno a pensar, refletir, criar, intervir e transformar (DIESEL *et al.,* 2017). Algumas dessas merecem destaque, tais como: o Espiral Construtivista (LIMA, 2016), Sala de Aula Invertida (BERGMANN; SAMS, 2007), Aprendizagem por Colegas (MAZUR, 2015) e Arco de Maguerez (BERBEL e GAMBOA, 2011).

Um dos pontos principais a ser destacado nos estudos das metodologias ativas é a problematização da realidade, pois coloca o educando do centro da aprendizagem, valorizando seus interesses como forma de um ensino autônomo, levando o indivíduo a refletir. O papel do professor, nessa metodologia de ensino, é (re)significado,

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

visto que o educador passa a ser o mediador. Diesel *et al.,* (2017) afirmam que as metodologias ativas funcionam como uma possibilidade de estimular o interesse pelo aprendizado, centralizando todo o processo nos estudantes da sociedade contemporânea, que não se adaptam mais as metodologias de ensino tradicionais voltadas apenas a aulas expositivas.

O Arco de Maguerez é uma metodologia baseada na resolução de problemas, partindo da observação do que era real, com o intuito de promover discussões que levam em consideração não somente os conhecimentos científicos, mas as experiências de cada um. Essa metodologia ficou conhecida como metodologia do Arco, pois suas etapas partem da realidade e terminam na realidade, seguindo a sequência no sentido horário da Figura 1.

Figura 1: Arco de Maguerez, segundo a proposta de Berbel e Gamboa (2011)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A versão mais atual do Arco de Maguerez intitulada A Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez, segundo Berbel e Gamboa (2011), apresenta o professor apenas como mediador ou ativador do conhecimento, a respeito desta versão os autores afirmam que:

> [...] os alunos/ os pesquisadores são, portanto, posicionados como protagonistas principais de todo o processo, desde a observação da parcela da realidade e definição do problema de estudo até a realização de algum grau de intervenção naquela parcela da realidade, a fim de contribuir para a sua transformação (BERBEL e GAMBOA, 2011, p. 9).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

A Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez tem sido utilizada como referências para novas estratégias de ensino em diversas áreas como, por exemplo, na saúde. Prado *et al.,* (2012, p.176) apresentaram um relato de experiência utilizando a Metodologia do Arco de Maguerez numa disciplina de curso de mestrado, concluindo que a experiência "estimulou a curiosidade e a manutenção do interesse dos alunos". Tavares *et al.,* (2019), utilizaram a metodologia para treinamento de agentes de saúde do serviço de controle a hanseníase de Tucuruí – PA e apresentaram como conclusão desta aplicação o aprofundamento do pensamento crítico e mudanças na realidade. No ensino de Química tem-se, por exemplo, o trabalho desenvolvido por Monteiro e Marcelino (2018), que sugeriram uma sequência de didática baseada na metodologia da problematização com o Arco de Maguerez. Os autores concluíram que, ao utilizar uma temática do contexto social como a depressão, articulada a metodologia da problematização, rompe-se uma prática descontextualizada e pode-se atuar no intuito de superar as dificuldades relatadas pelos alunos.

Metodologia

Os resultados do trabalho foram apresentados, a partir da aplicação de uma sequência didático – pedagógicas, elaboradas e desenvolvidas durante as aulas do componente curricular Atividades de Pesquisas. A proposta didática foi aplicada numa turma com 17 alunos da 3ª série do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Virginia Nova, localizada no município de Rio Novo do Sul - ES e desenvolvido entre os meses de fevereiro e agosto de 2019. Baseado nas ideias de Paulo Freire, a temática Café: formas de cultivo e beneficiamento foi sugerido pelo professor como tema gerador devido a região em que se encontra localizada a escola em estudo, e por ser a principal fonte de renda dos alunos. A partir deste ponto, foi realizada uma imersão com os educandos na realidade do tema. Para isso, foi utilizada a Metodologia da Problematização com o Arco Maguerez e, conforme a primeira etapa, os alunos reconheceram as principais problemáticas relacionadas ao tema proposto, por meio da mediação do professor.

Para a etapa 1 do Arco de Maguerez (Observação da Realidade) foi aplicado um questionário diagnóstico com 11 questões (Quadro 1) relativas à produção de café e os conceitos de Química que os estudantes julgavam relevantes para estudo e/ou

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

revisão. Esse primeiro momento tem por objetivo fazer um levantamento a respeito das concepções prévias dos educandos a respeito do tema gerador. Em seguida foram aplicadas aulas expositivas dialogadas sobre o tema café, utilizando ferramentas como: exibição do vídeo O café – História e Penetração no Brasil[1] , bem como o "Manual do café: Colheita e preparo" da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2016). Neste momento, a participação dos alunos foi fundamental, pois puderam expor histórias que conseguem da produção de café, relatos de familiares, colocando-os como protagonistas do processo.

Quadro 1: Questionário Diagnóstico

1- Existe na sua família alguma ligação na produção e cultivo de café?
2- Em sua opinião, quais conteúdos de química podem ser estudados durante a produção e cultivo do café?
3- Em poucas palavras, relate o que você sabe sobre a produção e o cultivo do café.
4- Através de pesquisa, indique os principais componentes do grão de café.
5- Na sua opinião quais os malefícios e os benefícios da produção e cultivo do café.
6- O café é uma bebida escura que tem sabor e aroma característicos. Existem muitas maneiras de se fazer essa bebida. Existe o café solúvel em que colocamos o produto diretamente na água. Existe o pó de café que precisa ser filtrado, com coador de pano ou papel. Em sua opinião, qual a diferença que existe entre o café solúvel que faz com que ele não precise ser coado?
7- Quais os processos de separação de misturas fazem parte da produção e cultivo do café?
8- Atualmente, existe uma grande demanda por café produzido exclusivamente com adubação natural. O café obtido desta forma é conhecido como café orgânico, possuindo um valor de mercado mais elevado e uma comercialização muito boa. Explique sobre o café orgânico.
9- Quais os tipos de café você conhece? Explique-o.
10- Faça uma pesquisa sobre o funcionamento de um secador de café, pontuando o passo a passo desse processo, e relatando, em sua opinião os benefícios e os malefícios desse sistema.
11- Relate em poucas palavras, qual a sua relação com a produção e o cultivo de café da sua região, caso não tenha, peça ajuda a algum familiar mais próximo.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Para a análise da questão 5 do questionário diagnóstico utilizamos pressupostos da técnica Análise de Conteúdo, segundo Bardin (2010). Para preservar suas identidades, utilizamos um código (A1, A2, ...) para identificar os alunos.

Foram realizadas palestras com órgãos responsáveis como o Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF), intitulada "Serviços de inspeção e a produção de café em Rio Novo do Sul", bem como uma mesa redonda mediada pela professora de Biologia da turma abordando a temática "A importância da Cafeicultura no município de Rio Novo do Sul", composta por produtores rurais da localidade, e por técnicos do Incaper (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Técnica e Extensão Rural), com ênfase na educação ambiental e o desenvolvimento sustentável. O objetivo das palestras é discutir com órgãos responsáveis as concepções trazidas pelos alunos provenientes de conhecimentos prévio. Os alunos elaboraram alguns questionamentos, e as respostas foram registradas no diário de bordo. Este momento se tornou importante, pois os alunos puderam dialogar e esclarecer dúvidas com produtores rurais e técnicos que estão em constante desenvolvimento na produção de café.

Por fim, foram feitas visitas nas lavouras e nos secadores de café de produtores rurais, com o objetivo de conhecer o manejo do solo, técnicas de irrigação e o funcionamento dos secadores. Este encontro transcorreu de maneira informal, de maneira que os alunos dialogaram com os produtores e, as principais informações e problemáticas levantadas foram registrados no diário de bordo. Apesar da grande maioria dos alunos ter ligação com a produção de café, as visitas fizeram com que conhecessem outras técnicas de beneficiamento do café.

Para o levantamento dos pontos chaves (segunda etapa do Arco de Maguerez), os estudantes foram divididos em 3 grupos e realizaram pesquisas em sites de busca da *internet*, sobre os tipos de café que conheciam e quais métodos de separação de misturas utilizados na produção e cultivo. A divisão dos alunos em grupos teve por objetivo a troca de conhecimento que cada aluno tem em particular com a produção de café. As informações relevantes obtidas pelos alunos durante essas buscas foram anotadas no diário de bordo.

Para a aplicação da terceira etapa do Arco de Maguerez (Teorização) cada grupo escolheu uma situação-problema. Foi indicado aos alunos que gravassem um vídeo, apresentando sua problemática, e quais seriam as hipóteses de solução. Esses foram postados na plataforma de vídeo *YouTube* para que todos pudessem discutir em conjunto, possíveis soluções para os problemas. O vídeo intitulado Vídeos Projetos - Utilizando a produção e o cultivo café na aula de Química encontra-se disponível no *Youtube*[2]. Os alunos construíram um mapa mental, como forma de auxiliá-los durante as pesquisas. O formato audiovisual é uma forma de apresentar a problemática de forma mais prática, de fácil assimilação e atrativa.

Nessa etapa também foram realizadas as revisões dos conceitos abordando os conteúdos estudados inicialmente na 1ª série do Ensino Médio (Misturas, Separação de Misturas, Tabela Periódica e Calagem do Solo) e 2ª série do Ensino Médio (Cinética Química e pH). Foi preparada uma dinâmica , com o objetivo de apresentada

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

aos alunos imagens de utensílios e alguns processos que fazem parte da produção de café, como: peneiras, mangueiras de irrigação, processo de filtração, entre outros, para que os alunos pudessem identificar quais os conteúdos que eles recordavam e como são utilizados esses utensílios na produção de café.

Na etapa 4 do Arco de Maguerez (identificação das hipóteses de solução) os estudantes propuseram experimentos, que julgavam válidos para lidar com as situações problemas. Três experimentos foram escolhidos para implementação: filtro aquático de fumaça, controle de irrigação utilizando Arduino, e um despolpador de baixo custo.

A realização prática dos experimentos com a apresentação dos projetos na Feira de Ciências e Tecnologia da escola cuja temática foi Gestão ambiental e Desenvolvimento Sustentável, representou a etapa 5 do Arco de Maguerez (aplicação à realidade).

Como forma de complementar a metodologia do Arco, buscando fazer os estudantes vincularem as experiências vividas com conceitos teóricos abordados na Química, os alunos voltaram ao laboratório de informática para pesquisar compostos orgânicos presentes no café. Este momento culminou na elaboração, pelos educandos, de um jogo que abordasse o conteúdo proposto, possibilitando um aprendizado de maneira integrada.

Com o desenrolar deste projeto didático, percebeu-se que os estudantes ficaram mais entusiasmados em conhecer melhor os conceitos de Química, pois sabiam que conteúdos previamente estudados estavam relacionados com o cultivo do café. Neste sentido, os alunos realizaram uma conexão do tema gerador com os conceitos Químicos, produzindo jogos, como: trilha, baralho e dominó.

Resultados e discussão

Observação da Realidade

A análise do questionário diagnóstico mostrou que, dos 17 alunos, 14 relataram que a família possui ligação direta com o tema abordado, confirmando a relevância da temática sugerida para este trabalho. O uso do questionário serviu como um fomentador de discussões a respeito do assunto inclusive no ambiente familiar dos estudantes. Esses fatores foram cruciais na etapa 1 do Arco de Maguerez (Observação da realidade). O trabalho despertou grande interesse nos estudantes para

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

conhecer melhor os compostos químicos presentes nos produtos utilizados por seus familiares, com o intuito de melhorar a produção de café de suas lavouras, além de uma percepção de que era necessário buscar o equilíbrio entre a melhoria na produção, sem causar contaminação do solo.

A análise do questionário também evidenciou que os alunos conhecem alguns problemas relacionados aos agrotóxicos e fertilizantes no cultivo do café, demonstrando uma associação da Ciência Química aos produtos utilizados na lavoura, retornando conceitos já estudados por eles na 2ª série do ensino médio, como por exemplo, a acidez do solo.

O quadro 2 a seguir apresenta os conteúdos elencados pelos estudantes para discussão durante as aulas de Química.

Quadro 2: Transcrições obtidas dos alunos a partir dos Questionários

A1: *venenos para produzir melhor;*
A2: *fórmulas dos agrotóxicos, principais componentes do grão de café;*
A3: *veneno para limpeza de café, para matar inseto que pode matar a lavoura, adubo em química*
A4: *aplicamos veneno no pé, jogamos adubo, veneno para a limpeza da lavoura, também para evitar insetos que prejudica a produção do café*
A5: *o passo a passo do café, do plantio até a colheita, análise da terra, do grão, da muda, os tipos de venenos utilizados*

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Na questão 5 do questionário perguntou-se aos alunos quais os malefícios e os benefícios da produção e cultivo do café. As respostas dos discentes foram analisados utilizando pressupostos da técnica análise de conteúdo, seguindo as orientações de Bardin (2010):

Segundo a autora, essa técnica é formada por três fases: 1) A pré análise; 2) exploração do material, 3) tratamento dos resultados, inferências e interpretação.

A pré-análise é a etapa de organização do material, é formada pela leitura flutuante e codificação. No contexto deste trabalho a leitura flutuante consistiu na leitura e organização e seleção das respostas dos alunos para análise. Estas foram codificadas como A1, A2, ...

A exploração do material é uma etapa formada pelas unidades de registro e categorização. As unidades de registro consistem em fragmentos extraídos do *corpus* e que sejam relevantes para a análise (frase, palavra, etc.). “Desmatamento; uso de agrotóxicos”, são exemplos de unidades de registro retirados dessa pesquisa.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

A categorização consiste num agrupamento dos pontos comuns das unidades de registro. As categorias podem ser definidas *a priori* (sugerida pelo quadro teórico ou instrumento) ou, a *posteriori* (que aparecem após a análise do material). Neste trabalho, as categorias malefícios e benefícios da produção e do cultivo do café foram definidas *a priori* com a utilização do instrumento questionário.

A terceira etapa consiste no tratamento dos resultados, as inferências e a interpretação dos resultados. É a análise dos dados propriamente dita, no qual o pesquisador, organiza os resultados da pesquisa para fazer inferências e interpretar os dados. As unidades de registro codificadas, bem como suas categorias foram organizadas no quadro 3.

Quadro 3: Categorias definidas *a priori* e unidades de registro obtidas com o instrumento questionário

Categorias	Unidades de Registro
Malefícios da produção e do cultivo do café	*Agrotóxicos (A1, A3, A5, A6, A7, A9, A10, A12, A13, A14); [...]desmatamento (A1, A3, A5, A6, A12); [...] as pragas (A4); [...] utilização de veneno (A11).*
Benefícios da produção e do cultivo do café	*Economia (A3, A6, A12); renda familiar (A4); lucro (A14); dinheiro (A13); [...]terreno fértil (A3, A5, A7, A12); estimula o metabolismo (A1, A10); bebemos o café (A11); abastece a produção de tinta (A9); mão de obra (A6).*

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Dos Dezessete alunos, doze responderam a questão 5 apontando os malefícios e os benefícios da produção e do cultivo de café. Importante destacar que o número de unidades de registro foi maior do que o quantitativo que responderam à questão 5, pois teve aluno que contribui com mais de uma unidade de registro.

Dos malefícios da produção e do cultivo do café.

Conforme descrito no quadro 3, os alunos apontaram o desmatamento e uso de agrotóxicos como malefícios da produção do cultivo do café, isso se deve ao fato dos educandos presenciarem esses acontecimentos. De acordo com Lacerra e Costa (2013), o principal objetivo dos agrotóxicos é combater as pragas e doenças nas plantações, porém acabam tornando-se prejudiciais à saúde humana devido a permanências destes no meio ambiente, ultrapassando o tempo necessário no solo.

No livro didático "Ser Protagonista" (LISBOA, 2016) utilizado pelos alunos, os autores relatam sobre o uso de fertilizantes artificiais e dos agrotóxicos. A abordagem

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

do livro expôs os pontos positivos da utilização desses produtos, tais como aumento da produtividade agrícola e diminuição da fome, no entanto, os autores também alertaram para o lançamento de materiais tóxicos na natureza, que comprometem o meio ambiente.

O conhecimento dos malefícios no uso de certos produtos é destacado na BNCC, como uma das habilidades da área da Ciência da Natureza, que competem aos estudantes:

> Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos (BRASIL, 2018, p.115).

Dos benefícios da produção e do cultivo de café.

Observando o quadro 3, verificamos que seis alunos apontaram fatores econômicos (economia, renda familiar, lucro e dinheiro) como benefícios para a produção e do cultivo de café. De acordo com o Incaper (2021), é relevante a relação do tema com os educandos, principalmente por ser meio de subsistência histórica. A cafeicultura é a principal atividade agrícola do Espírito Santo, desenvolvida em todos os municípios capixabas (exceto a capital). Gera em torno de 400 mil empregos diretos e indiretos e está presente em 60 mil das 90 mil propriedades agrícolas do Estado. Ao todo, 73% dos produtores capixabas são de base familiar, com o tamanho médio das propriedades em 8 hectares. Existem 131 mil famílias produtoras capixabas. O Espírito Santo é o 2º maior produtor brasileiro de café, com expressiva produção de arábica e conilon. É responsável por 22% da produção brasileira. Atualmente, existem 435 mil hectares em produção no Estado. A atividade cafeeira é responsável por 35% do Produto Interno Bruto (PIB) Agrícola capixaba.

4.1.3 – O aluno como ser protagonista

É dever da escola apresentar a Química como ciência que está presente em toda parte, de maneira crítica fazendo-se necessário a abordagem contextualizada de metodologias diferenciadas no processo de ensino e aprendizagem para que o aluno possa entender e compreender os produtos e os processos tecnológicos usados pela sociedade atual (SANTOS; SCHNETZLER, 2003). É muito comum em escolas do campo dar-se ênfase nesses conteúdos, pois fazem parte da realidade do aluno. De acordo com Lindemann:

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

> [...] nas escolas pertencentes ao contexto rural os crescentes e graves problemas relacionados ao meio ambiente necessitam ser abordados pelo Ensino de Química, principalmente se tais problemas têm origem nas próprias atividades agrícolas. (LINDEMANN, 2010, p.21)

Observou-se que, durante os encontros, a participação dos alunos era perceptível, pois abordar um conceito que faz parte do dia a dia dos estudantes é uma forma de aproximar o cotidiano com a realidade escolar e está de acordo com o exposto na BNCC (2018) que enfatiza que as competências específicas e habilidades (EM13CNT102), (EM13CNT104), (EM13CNT303) propostas para o Ensino Médio.

Os estudantes participaram dos diálogos contando histórias de suas famílias que trabalham na produção de café. A respeito dessa observação, Berbel e Colombo (2007), enfatizam que, quando o aluno se aproxima de uma determinada realidade, já existe um conhecimento prévio que pode ter vindo de histórias de vida, escola ou experiência de trabalho.

A apresentação do vídeo O café – História e Penetração no Brasil, abordando as formas primitivas de produção e cultivo do café como pisoamento de grãos pelos bois, monjolos hidráulicos e de tração animal, e pilagem manual. Essa apresentação foi importante para contextualizar a linha de tempo que começa desde a utilização de mão de obra escrava até os dias atuais com a mecanização da mão de obra.

O objetivo principal deste momento com os educandos, foi dialogar e discutir as questões expostas na linha do tempo, bem como uma exposição, pelo professor, de todo o processo de produção do café. Neste momento, a participação dos alunos foi fundamental, expondo suas ideias, métodos de produção que conhecem, tornando-os protagonistas e autônomos no seu processo de ensino e aprendizagem. Coube ao professor o papel de mediador, abordando algo que faz parte do cotidiano dos estudantes.

Berbel e Gamboa (2011), comentam que o docente deve estimular o novo aprendizado do aluno, levando em conta que a maior tradição é de que os professores apresentam os problemas para os alunos resolverem. A aula foi preparada utilizando dados disponíveis no "Manual do café: Colheita e preparo" da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2016). Os alunos foram incentivados a refletir sobre os pontos positivos e negativos da produção do café. Nesta etapa do Arco de Maguerez:

> Os problemas começam a surgir diante dos olhos curiosos e atentos dos observadores. Em geral são muitos, pois estamos num país de terceiro mundo, o que por si só justifica suficientemente este fato, em qualquer que seja a área de atuação localizada. (BERBEL, 1995, p.14).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Autores como Garcia et al (2009, p.6) afirmam que ao final dessa etapa "o aluno tem liberdade para observar a realidade no ambiente escolar, de acordo com os conceitos e valores que possui". Os grupos começaram a definir uma problemática, baseando-se nos conhecimentos prévios que possuíam, uma vez que puderam confrontar suas ideias a respeito da realidade em que viviam. Seus relatos do diário de bordo deram ênfase a alguns pontos importantes que permeiam a produção de café como: funcionamento de um despolpador de café, funcionamento de secadores (fornalha direta e indireta), processos de irrigação e adubação.

Percebe-se que os alunos começam a definir a problemática a partir dos dados que coletaram, e que estão associados ao desenvolvimento sustentável. Ao passo que próximo a escola ficam localizados dois secadores de café, é visível a preocupação dos alunos quanto a saúde e bem-estar de toda a comunidade escolar, portanto , começaram a definir a situação – problema enfatizando os níveis de gases que são liberados para a atmosfera durante a secagem do café, e de que maneira essas emissões poderiam ser controladas. Pensando na produção de um café de qualidade, os alunos também trazem uma espécie de despolpador de café, que de acordo com as pesquisas, não são utilizados na região.

Pontos-Chave

Baseando–se na segunda etapa do Arco de Maguerez, o foco principal foi definir os postos-chave, os alunos começaram a pesquisar e registrar no diário de bordo, questões importantes sobre as problemáticas que definiram como partida de estudo. No laboratório de informática, o professor sugeriu aos grupos pesquisarem sobre: despolpador de café; funcionamento de um secador de café; torrefação; tipos de irrigação para uma lavoura de café; destino da casca do grão de café, de acordo com o tema gerador. Monteiro e Marcelino (2018) defendem que durante essa etapa, o professor deve estimular os alunos a refletir sobre as causas dos problemas e definir pontos - chave de estudo.

Durante a pesquisa de campo, os alunos detectaram que a problemática definida por eles como objeto de estudo fazia parte do cotidiano dos entrevistados. Uma das problemáticas definidas pelo grupo foi o funcionamento dos secadores. Segundo Fiorese e Martins (2019) a secagem do café, realizada por secadores mecânicos, contribui para a dispersão de gases tóxicos, comprometendo a qualidade do ar,

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

bem como a geração de poeira e contaminação do solo. De acordo com as pesquisas realizadas pelos alunos, os secadores de café da região, são mecânicos e nenhum deles possuíam um filtro para minimizar o impacto de gases e partículas lançadas na atmosfera.

Outra problemática definida pelos alunos, diz respeito aos métodos de irrigação utilizados pelos proprietários que desperdiçava muita água, se tornando ineficaz. De acordo com Silva (2009) é necessário que os cafeicultores conheçam bem, técnicas de programação para uma irrigação adequada, pois, durante este processo é necessário racionalizar o quantitativo de água de acordo com as necessidades compatíveis da plantação.

Buscando valorizar o café da região, os alunos perceberam em suas pesquisas a existência da técnica de despolpar o café, e constataram que nenhum dos produtores trabalhava com essa técnica, além de não reutilizarem a casca do grão de café, tendo como destino, a queima. Segundo AVELINO (2013) as principais utilização das cascas de café, é na queima, como carvão e como adubo orgânico. Entretanto essa produção é feita próximo a locais como rios e riachos podendo contaminar o solo.

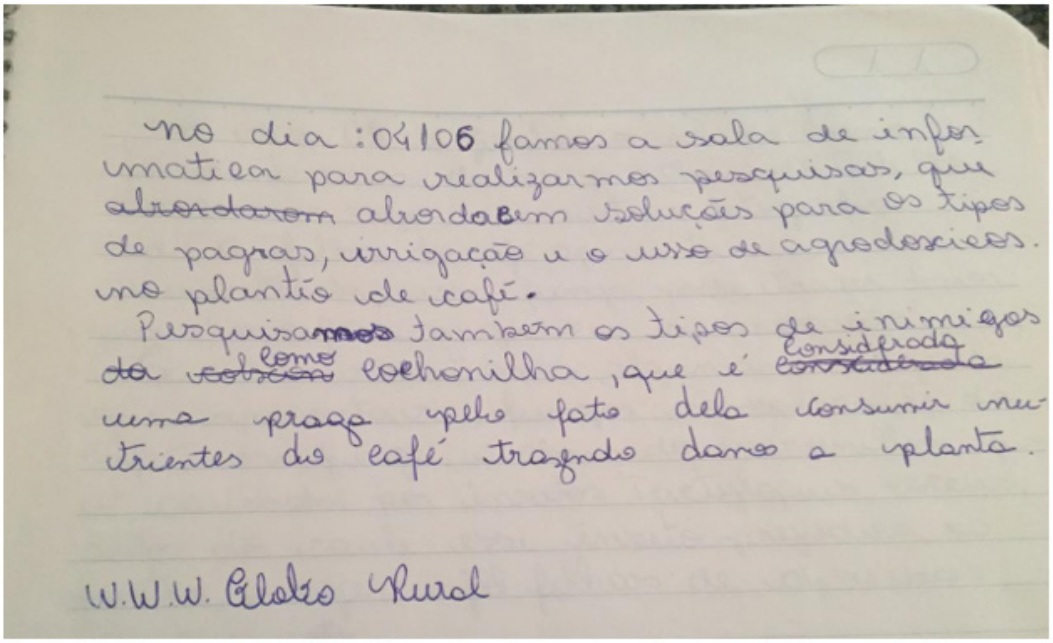
A partir desses apontamentos, os alunos começaram a perceber que havia uma relação entre teoria e prática. Berbel (1995) afirma que nesta etapa do Arco de Maguerez observa-se um avanço na mentalidade dos alunos, em relação a primeira etapa, e isto torna-se visível através do diálogo entre professor-aluno.

Teorização

Segundo Berbel e Colombo (2007), essa etapa do Arco de Maguerez permite construir respostas apoiadas na literatura, por meio de informações de especialistas, pesquisas de cunho histórico, técnico e científico e, por informações de pessoas que vivem o problema. Essa fase consistiu primeiramente em investigar cientificamente quais as causas do problema, e como resolvê-los. Os alunos tenderam a utilizar os conhecimentos prévios sobre a problemática abordada, juntamente com conhecimentos de Química, Biologia e Geografia. Foi pedido aos alunos que construíssem um mapa mental como material de apoio para auxiliar nas pesquisas utilizando os pontos-chave da problemática. Os alunos registraram suas pesquisas no diário de bordo, conforme as transcrições mostradas nas Figuras 2 e 3.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

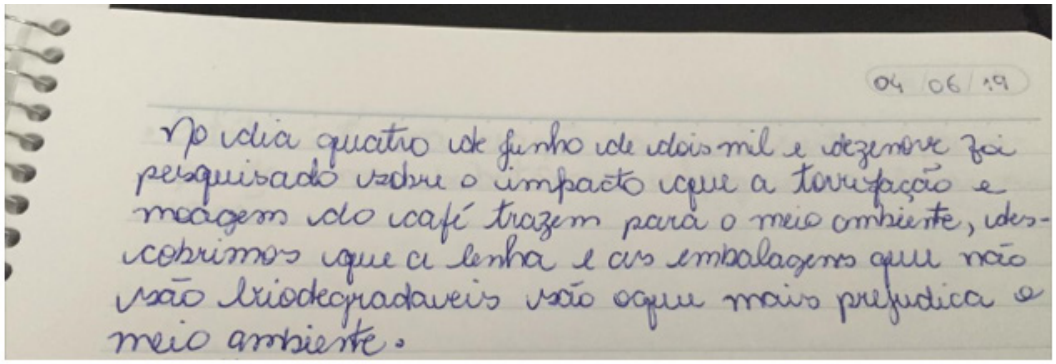
Figura 2: Imagem extraída do diário de bordo do grupo 1



"No dia 04/06 fomos a sala de informática para realizarmos pesquisas que abordassem soluções para os tipos de pragas, irrigação e o uso de agrotóxicos no plantio de café. Pesquisamos também os tipos de inimigos como cochonilha, que é considerada pelo fato dela consumir nutrientes do café trazendo danos a planta. w.w.w. globo Rural"

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Figura 3: Imagem extraída do diário de bordo do Grupo 2



"No dia quatro de junho de dois mil e dezenove foi pesquisado sobre o impacto que a torrefação e moagem do café trazem para o meio ambiente, descobrimos que a lenha e as embalagens que não são biodegradáveis são o que mais prejudica o meio ambiente."

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Percebe-se que os Grupos 1 e 2 definiram uma problemática e seguiram pesquisando sobre ela. O grupo 3, apesar de ter definido uma problemática, ainda não tinha conseguido seguir uma única linha de raciocínio. Como trata-se de alunos em fase de aprendizagem, essa inconsistência torna-se normal. A esse respeito, Berbel e Colombo (2007) afirmam que nessa etapa há a oportunidade de alterações, caso haja redundância dos pontos definidos na etapa anterior, sendo papel do professor mediar essas alterações.

No decorrer dos encontros para as revisões dos conceitos a respeito da produção de café, foram surgindo questões dos alunos como: "Quais gases são liberados na torra do café? A cafeína é o único componente do grão de café? Quais os malefícios de ingerir muitas doses de café?" Esses questionamentos surgem, pois de acordo com Berbel (1995):

> Embora muitos aspectos teóricos (ideias, conceitos, representações) estejam presentes já nas duas etapas anteriores, a etapa da teorização é. o momento de se construir respostas mais elaboradas para o problema. Os alunos buscam o porquê, o como, o onde, as incidências, as relações etc., sobre o objeto de estudo (BERBEL, 1995, p.15)

Ao final dessa etapa, a relação dialógica entre professor – aluno tornou-se mais acessível, os estudantes sentiram-se mais encorajados a expor suas ideias, fazer questionamentos, e participar diretamente do processo de investigação na resolução da problemática. De acordo com Zappe e Braibante (2015) esse diálogo torna-se um instrumento de suma importância para o processo de ensino e aprendizagem, pois os discentes podem manifestar ideias, dificuldades, e visões de mundo.

Hipóteses de Solução

Após a etapa de observação da realidade, os grupos já estavam destinados a encontrar soluções para suas problemáticas. Monteiro e Marcelino (2018) afirmam que nessa etapa a criatividade e a originalidade dos alunos devem ser estimuladas, para que possam propor ideias para minimizar ou até mesmo solucionar a problemática encontrada na região. Os alunos expuseram suas ideias em vídeos, como forma de apresentar a problemática num formato audiovisual.

Um grupo apresentou como problemática a quantidade de gases tóxicos emitidos pelos secadores de café, e propuseram como uma hipótese de solução um Filtro Aquático de Café. O segundo grupo desenvolveu um projeto de irrigação como hipó-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

tese de solução para minimizar o consumo de água, intitulado *Technological Project to Irrigate*. O grupo destacou que o controle e funcionamento do projeto se daria através de uma página da web, e que o sistema poderia ser acionado pelo celular.

Em vídeo, o terceiro grupo apresentou uma solução para problemática da utilização da palha do café. O projeto foi intitulado O café se tornando biodegradável da produção até o mercado consumidor. O projeto do grupo consistiu em apresentar a palha de café como adubo orgânico natural. Além desta problemática, os alunos apresentaram como solução, a produção de um despolpador de café de baixo de custo, visto que nas pesquisas de campo detectaram que nenhum dos entrevistados utilizava dessa técnica de beneficiamento do grão de café.

Com o objetivo de auxiliar os alunos, e norteá-los nas confecções dos projetos, foi convidado um engenheiro agrônomo do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF) com atuação no município para que pudesse participar de uma mesa redonda com os estudantes, com apresentação de problemáticas e soluções possíveis. Na ocasião, os alunos apresentaram as problemáticas encontradas, e como pretendiam solucioná-las, após cada apresentação o profissional conversava com os alunos dando um parecer a respeito do trabalho apresentado.

De acordo com Berbel e Colombo (2007) nessa penúltima etapa do Arco de Maguerez o processo de iniciação científica torna-se fundamental para os estudantes, de maneira que os educandos projetem ideias que podem se concretizar para solucionar o problema ou abrir caminhos para a solução da problemática encontrada. Os alunos começaram a entender que seus trabalhos poderiam trazer mudanças significativas para a comunidade.

Aplicação à Realidade

A última etapa do projeto consistiu em aplicar as hipóteses de solução relacionadas a problemática com o intuito de possibilitar ao aluno intervir e transformar a realidade que vive. Nesta etapa, Berbel e Colombo (2007) salientam que é uma oportunidade para que o indivíduo amplie seus conhecimentos a respeito da sua realidade e sinta-se protagonista de sua transformação, como forma de preparo para o exercício da cidadania.

Segundo Carvalho *et al.*, (2014), as Feiras de Ciências são eventos que aguçam a criatividade do aluno, valorizam o conhecimento, e proporcionam momentos em que

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

o professor não ocupa o lugar central, mas, o aluno que é o agente ativo do processo. As Feiras de Ciências devem ser planejadas como estratégias didático-pedagógicas de incentivos para inserir a comunidade local, juntamente com a comunidade escolar. Com o apoio da família, os alunos produziram protótipos para que pudessem ser apresentados e demonstrados durante o evento. Toda a comunidade local foi convidada a participar, dentre eles, trabalhadores, produtores de café da região, técnicos dos institutos INCAPER e IDAF, além de escolas municipais e estaduais da região.

O Grupo 1 manteve sua problemática e trouxe um projeto para minimizar a incidência de gases liberados para a atmosfera, na utilização dos secadores. O grupo relatou no diário de bordo quais foram os materiais utilizados e como montaram o protótipo.

Figura 4: Etapas da construção do Projeto desenvolvido pelo Grupo 1: Filtro Aquático de Café. (a) Construção do projeto; (b)Testando o projeto;(c) Exposição do projeto



(a) (b) (c)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

No Grupo 2 os alunos também mantiveram a sua problemática, e apresentaram um processo de irrigação controlado pelo celular através de uma página web, utilizando uma placa de aquisição de dados Arduíno Uno®. O grupo também registrou no diário de bordo os materiais e como funcionaria a ideia central.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Figura 5: Etapas da construção do Projeto desenvolvido pelo Grupo 2: *Technological Project to Irrigate* (a) Construção do projeto; (b) Testando o projeto; (c) Exposição do projeto



(a) (b) (c)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Os alunos do Grupo 3, apresentaram o despolpador caseiro como forma de melhorar a qualidade do café dos produtores. O grupo encontrou problemas para definir uma única problemática, mas optaram em abordar uma técnica de beneficiamento do café, objetivando o desenvolvimento econômico da comunidade.

Figura 6: Etapas da construção do projeto desenvolvido pelo Grupo 3: Despolpador Caseiro. (a) Montagem e (b) Apresentação



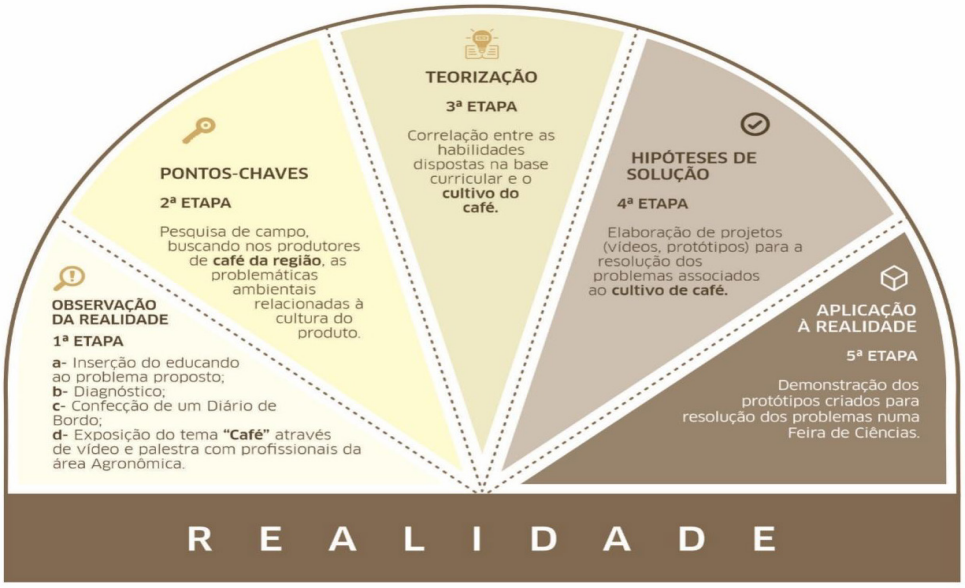
(a) (b)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

De acordo com Berbel (1995, p.16) "esta última etapa está destinada à prática dos alunos na realidade social. É a fase que possibilita o intervir, o exercitar, o manejar situações associadas à solução do problema". Ao final da Feira de Ciências, os alunos se sentiram motivados, pois perceberam a importância que o desenvolvimento científico que eles adquiriram pode influenciar num melhoramento das produções de café da comunidade. Andrade e Medeiros (2018) afirmam que nessa etapa os estudantes colocam em prática os conhecimentos adquiridos. Essa fase foi bastante produtiva devido a interação dos alunos com a comunidade ao apresentar os projetos para demonstrar o método encontrado para resolver a problemática. Dentro dessa perspectiva, trabalhar a realidade do aluno utilizando o método de problematização torna o ensino mais eficaz, e torna o aluno protagonista do seu processo de ensino e aprendizagem. Berbel e Colombo (2007, p.126) afirmam que: "a Metodologia da Problematização dá sua contribuição à educação, ao possibilitar a aplicação à realidade, pois desencadeia uma transformação do real, acentuando o caráter pedagógico na construção de profissionais críticos e participantes". Nesse contexto, podem-se resumir as etapas da aplicação do Arco de Maguerez utilizando a temática Produção de Café, segundo a Figura 7.

Figura 7: Etapas do Arco de Maguerez aplicadas nesse projeto



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Conforme mostra a Figura 7, a sequência de ensino foi realizada centrada na realidade do educando, conectando todas as etapas do Arco ao tema gerador proposto. Para completar a fase final do projeto, os grupos foram orientados a criarem jogos como forma de trabalhar o conteúdo da 3ª série do Ensino Médio. Cunha (2012, p.92) alerta que "[...] o jogo didático ganha espaço como instrumento motivador para a aprendizagem de conhecimentos químicos, à medida que propõe estímulo ao interesse do estudante". O *game* teve como objetivo integrar os conhecimentos a respeito da produção de café com conceitos de Química Orgânica. Tendo a vista a quantidade de compostos orgânicos presentes no grão de café, os alunos confeccionaram jogos (trilha da Química orgânica, baralho dos compostos orgânicos e dominó das cadeias carbônicas) que serviram como forma de reforçar conceitos, como: funções orgânicas, solubilidade dos compostos orgânicos e classificação da cadeia carbônica.

Considerações Finais

A utilização de tema gerador durante as aulas de Química permitiu uma participação mais ativa dos educandos, principalmente por ser tratar de um tema cotidiano. A necessidade de dialogar e expor suas ideias a respeito de um tema vivenciado pelos alunos colocou-os no papel de protagonistas do processo de ensino e aprendizagem.

A abordagem do projeto utilizando a metodologia da problematização presente no Arco de Maguerez, contribuiu para que os alunos pudessem despertar o senso crítico, reconhecendo uma situação-problema que vivenciam, e criando métodos capazes de solucionar ou minimizar a problemática. Um ponto muito importante da problematização é a dialogicidade entre os participantes do projeto e a comunidade, demonstrando um processo de interação entre as partes com o objetivo do melhoramento da principal atividade agrícola da região.

Em relação ao uso das etapas do Arco de Maguerez como metodologia, ela demonstrou que os alunos tendem a apresentar um conhecimento prévio que deve ser levado em consideração, pois os tornam participantes na busca pelo conhecimento. A última da etapa do Arco de Maguerez foi o momento em que os alunos conseguiram reconhecer sobre a importância do conhecimento prévio e a construção de novas aprendizagens. Isso fez toda a diferença na abordagem da problemática proposta. Apesar de serem cinco etapas, o Arco de Maguerez demanda um planejamento vol-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

tado para interação mais próxima entre professor – aluno – comunidade, de modo que todos são envolvidos no processo ensino e aprendizagem.

Com relação a avaliação de aprendizagem, os dados mostraram uma receptividade diferenciada por parte dos educandos, pois ao saberem que o projeto abordaria um tema do convívio, os educandos começaram a desenvolver um interesse maior em conhecer a Química não apenas como uma disciplina, mas como Ciência que pode mudar sua realidade social. Os alunos estavam determinados em resolver suas problemáticas e, mesmo apresentando algumas dificuldades, não desistiram do projeto. Desempenharam um papel de pesquisadores, em busca de uma solução para um problema socioambiental.

Problematization from the Maguerez Arc: Coffee Production as a Generating Theme in Chemistry Teaching

Abstract

Active teaching methodologies have been the subject of several studies as they have proven to be effective in helping pedagogical practices. In the application of this project, the Problematization Methodology with the Arch of Maguerez was used in a class of the 3rd year of High School at EEEFM Virgínia Nova, located in the city of Rio Novo do Sul - ES, with the objective of discussing Chemistry contents in in an interdisciplinary way, using Coffee Production as a generative theme. Students developed materials such as: logbook, audiovisual production, making prototypes and games. The approach of the project using the problematization methodology present in Arco de Maguerez, contributed so that students could awaken a critical sense, recognizing a problem-situation they experience, and creating methods capable of solving or minimizing the problem. In this context, the students developed solutions, linking concepts from Chemistry, Biology and electronics and produced a low cost pulper, alternative irrigator and sustainable dryer. Regarding the use of the steps of the Arco de Maguerez as a methodology, they showed that students tend to have prior knowledge that must be considered. Despite being five stages, Arco de Maguerez demands planning aimed at closer interaction between teacher – student – community, so that everyone is involved in the teaching and learning process. To complement the Arco methodology, students prepare a game on Organic Chemistry, seeking to link their experiences on the coffee theme with theoretical concepts.

Keywords: Chemistry teaching; Questioning Methodology; Maguerez Arc; Coffee production; Active Methodologies.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Notas

[1] Ver: https://www.youtube.com/watch?v=HPwUpwMSy4Y&feature=youtu.be

[2] https://www.youtube.com/watch?v=HPwUpwMSy4Y

Referências

ANDRADE, Rafaela Alves de; MEDEIROS SIMÕES, Anderson Savio de. Drogas: uma proposta de metodologia da problematização no Ensino de Química. **Revista Thema**, 15(1), p. 5-24, 2018. Disponível em: http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/573/718. Acessado em: 24 jun. de 2020.

AVELINO, Keite Anny Rocha. Estudo da potencialidade da incorporação de resíduo de granito e da queima da casca do café em cerâmica vermelha. 2013. 81 f. Tese (Mestrado em Ciências e Engenharias de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

BARBOSA, Miqueias Rodrigues; DE MENDONÇA PEREIRA, Kézia Cristiane; DOS SANTOS, Kléber Araújo. Utilizando o Edmodo como recurso tecnológico Associado à Metodologia tradicional no ensino da matemática. **HOLOS**, 6, p. 1-16, 2019. Disponível em: http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/7669/pdf . Acessado em: 20 fev. 2020.

*BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 4ª ed. Lisboa: Edições 70, 2010.*

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. Metodologia da problematização: uma alternativa metodológica apropriada para o ensino superior. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, 16(3), p.09-19, 1995.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, 2(2), p.139-154, 1998.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas; GAMBOA, Sílvio Ancízar Sánchez. A metodologia da problematização com o Arco de Maguerez: uma perspectiva teórica e epistemológica. **Filosofia E Educação**, 3(2), p. 264-287, 2011.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas; COLOMBO, Andréa Aparecida. A Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez e sua relação com os saberes de professores. **Semina: ciências sociais e humanas**, 28(2), p. 121-146, 2007.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem.** Tradução: Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

BRASIL. **Base nacional comum curricular.** Versão homologada. Brasília: Ministério da Educação. 2018.

CARVALHO, Michele Soares; JOHAN, Chantele Santos; PAIM, Adriane Gluter; GARLET, Tânea Maria Bisognin. Feira de ciências: reflexões de uma experiência do PIBID ciências biológicas da UFSM. **Ciência e Natura**, 36(3), p. 319-32, 2014. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/13106/pdf. Acessado em: 30 jan. 2020

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

COSTA, Jaqueline de Morais; PINHEIRO, Nilcéa Aparecida Maciel. O ensino por meio de temas-geradores: a educação pensada de forma contextualizada, problematizada e interdisciplinar. **Imagens da Eeducação**, 3(2), p. 37-44, 2013. Disponível em: http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/view/20265/pdf. Acesso em: 20 jun. de 2020.

CUNHA, Marcia Borin da. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**, 34(2), p. 92-98, 2012. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_2/07-PE-53-11.pdf. Acessado: 20 jan. 2020.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, 14(1), p. 268-288, 2017. Disponivel em: http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/404/295. Acessado em: 22 mar. de 2020.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido.** 17ª edição. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1987.

FIORESE, Caio Henrique Ungarato; MARTINS, Lima Deleon. Estudo da localização de secadores de café da zona rural do município de Castelo, estado do Espírito Santo. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 4, p. 3370-3378, 2019.

GARCIA, Maria de Fátima Lopes; JÚNIOR, Álvaro Garcia; ZOMPERO, Andréia de Freitas. Análise da metodologia da problematização utilizando temas da sexualidade: tendências e possibilidades.**In Resumos VII.Encontro Nacional de Pesquisa em Ciências.** Florianópolis, SC, 2009. Disponível em: http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/599.pdf. Acessado em: 14 fev. de 2020.

INCAPER. **Programa de assistência técnica e extensão rural–Proater 2011–2013: Guarapari. Planejamento e programação de ações.** Disponível em: http://www.incaper.es.gov.br/proater/municipios/Centro_cerrano/Guarapari.pdf. Acessado em: 14 fev. de 2020.

INCAPER. **Cafeicultura.** Disponível em: https://incaper.es.gov.br/cafeicultura. Acessado em: 10 jun. de 2021.

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro. Imago editora, 1976.

LACERRA, Antônio Leonardo; COSTA, Cláudio. **Avaliação do grau de conformidade na aplicação de agrotóxicos em uma propriedade produtora de café em Monte Carmelo no ano de 2011**. PUBVET, Londrina, V. 7, N. 17, Ed. 240, Art. 1586, Setembro, 2013. Disponível em: http://www.pubvet.com.br/uploads/f8b11aabc45549348c05bbe1546872da.pdf. Acessado em: 14 de fev. 2020.

LIMA, Valéria Vernaschi. Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, 21, p.421-434, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/icse/v21n61/1807-5762-icse-1807-576220160316.pdf. Acessado em: 22 jun. de 2020.

LINDEMANN, Renata Hernandez. **Ensino de química em escolas do campo com proposta agroecológica: contribuições a partir da perspectiva freireana de educação.** 2010, 339f. (Tese em (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) –Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis), 2010. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/94552/276951.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acessado em: 20 de dez. 2019.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Proposições metodológias para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Revista em Extensão**, 7(1), 2008. Disponível em: http://www.seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/20391/10861. Acessado em: 14 mar. de 2020.

MAZUR, E. (2015). **Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre: Penso.Nagel, L. H. (s/d). Transformações históricas e processos educativos.

MONTEIRO, Mariana Magalhães; MARCELINO, Valéria de Souza. O uso da metodologia da problematização com o Arco de Maguerez para o ensino de química. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, 8(3), 2018. Disponível em: http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/4700/2758. Acessado em: 30 de jan. de 2020

PEREZ, T. **BNCC: A Base Nacional Comum Curricular na prática da gestão escolar e pedagógica.** São Paulo: Editora Moderna, 2018.

PRADO, Marta Lenise do; VELHO, Manuela Beatriz; ESPÍNDOLA, Daniela Simoni; SOBRINHO, Sandra Hilda; BACKES, Vânia Marli Schubert. Arco de Charles Maguerez: refletindo estratégias de metodologia ativa na formação de profissionais de saúde. **Escola Anna Nery**, 16(1), p. 172-177, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-81452012000100023. Acesso em: 14 fev. de 2020.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. **Encontro Nacional de Ensino de Química**, v. 18, p. 1-10, 2016.

SANTOS, Wildson Luiz. Pereira; SCHNETZLER, Roseli Pacheco**. Educação em química: compromisso com a cidadania.** 3 ed. Ijuí: Editora da Unijuí, 2003.

SOARES, Aline B., BOTEGA, Sandra P., BARIN, Cláudia S. (2016). O Arco de Maguerez como proposta metodológica para o Ensino de Química: um panorama dos últimos dez anos. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química**.** Disponível em: http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0058-1.pdf Acesso em 10 de jul. de 2020, 2016

SILVA, Antonio Carlos da. ***Consumo de água e viabilidade técnica e econômica da cafeicultura irrigada por pivô central.*** *2009. 92 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.*

SULZBACHER, Rosalva. Contribuições da ferramenta tabela periódica interativa para o ensino de química em ciências. **Revista Insignare Scientia-RIS**, *2*(3), p. 255-261, 2019. Disponível em: https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/11205/7272. Acesso em: 12 jul. de 2020.

TAVARES, Jonatas Bezerra; COSTA, José Leandro Diniz; DA COSTA, Josias Botelho; FURTADO, Letícia Gemyna Serrão. Método problematizador no trabalho de busca ativa de hanseníase em dois centros de saúde: descrição de experiência. **Revista Brasileira de Educação e Saúde**, 9(2), p. 01-06, 2019. Disponível em: https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBES/article/view/6192/5586. Acesso em: 5 fev. de 2020.

ZAPPE, Janessa Aline; BRAIBANTE, Maria Elisa Fortes. Contribuições através da temática agrotóxicos para a aprendizagem de química e para a formação do estudante como cidadão. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, -14(3), p. 392-414, 2015. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC_14_3_8_ex949.pdf. Acessado em: 26 de jun. de 2020.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Ensino por investigação para os conteúdos de número atômico e partícula subatômica à luz da educação do campo

Stephanie Oliveira Augusto*, Maricleide Pereira de Lima Mendes**

Resumo

Este artigo é fruto de uma pesquisa de um Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Licenciatura em Educação do Campo com habilitação em Ciências da Natureza. Busca apresentar as contribuições de uma sequência de ensino com enfoque investigativo para o processo de ensino e aprendizagem de Química para alunos do campo. Participaram do estudo trinta e cinco estudantes de uma turma de primeiro ano do Ensino Médio de uma escola do Campo no município de Iraquara-BA. A pesquisa realizada teve uma abordagem qualitativa, com observação participante. Os resultados da análise revelaram que a sequência proposta apresenta diferentes possibilidades de dinamizar o processo de ensino e aprendizagem, das quais podemos apontar uma maior participação e interesse dos alunos quando se busca a articulação dos conceitos químicos com o contexto do discente e a articulação de processos interativos na dinâmica da sala de aula, o que não é muito comum em abordagens de ensino mais tradicionais. Este estudo nos possibilitou uma reflexão acerca de pontos relevantes do ensino e aprendizagem de Ciências/Química nas escolas do/no campo e contribuiu para a produção do conhecimento e a abertura para novas experiências.

Palavras-chave: Educação do Campo. Sequência de Ensino por Investigação. Ensino de Química.

* Graduação em Licenciatura em Educação do Campo com Habilitação em Ciências da Natureza pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática - PPGECM (UESC). E-mail: stephanieaugustoo@outlook.com

** Doutora em Ensino de Ciências pela Universidade Federal da Bahia e pela Universidade Estadual de Feira de Santana. Professora Adjunta do Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade – CETENS/UFRB. Professora da Licenciatura em Educação do Campo e do Programa de Pós-graduação em Educação Científica, Inclusão e Diversidade/PPGECID. E-mail: maricleide.mendes@ufrb.edu.br

https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.11369
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
Recebido em: 22/07/2020 – Aceito em: 17/08/2021
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

Esta pesquisa apresenta os resultados acerca do desenvolvimento e aplicação de uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) no ensino de Química para os conteúdos de números atômicos e partículas subatômicas na perspectiva da Educação do Campo em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio. A SEI, segundo Carvalho (2018), é uma metodologia de ensino que envolve determinados procedimentos conexos, que permitem aos sujeitos envolvidos a atuação ativa nas atividades propostas para a aprendizagem. Ainda segundo esse autor, ao se aplicar uma SEI, propõe-se criar um ambiente investigativo nas salas de aula de Ciências, que possibilita ensinar e ampliar uma cultura científica.

Um ambiente investigativo favorece a aprendizagem dos estudantes, por torná-los sujeitos ativos no processo. Segundo Lima e Vasconcelos (2006, p. 406), "um desafio imposto ao professor é aplicar práticas pedagógicas acompanhadas de práticas conceituais; ou seja, relacionar os conceitos à realidade do aluno, dando significado e importância ao assunto apresentado". Tendo como premissa essa lógica de Lima e Vasconcelos (2006), e sabendo que a Química faz parte do nosso dia a dia, pois ela está presente em muitas situações do nosso cotidiano, no cultivo do solo, na agricultura familiar, na conservação do meio ambiente, entre outros, defendemos um ensino contextualizado para essa Ciência. Neste sentido, acreditamos que estamos diante de um desafio para a educação escolar, que é o de transformar o ensino de Química em saberes acessíveis a estudantes e aqui nos reportamos a estudantes do campo.

Esse desafio parte de um olhar crítico para uma perspectiva de educação nos âmbitos social, político e humano, onde a vida cotidiana se torna essencial no processo educacional, garantindo que os saberes adquiridos na escola facilitem a compreensão do mundo em que estes educandos estão inseridos, pois percebemos a partir das vivências em sala, dos Estágios Supervisionados e do Programa Residência Pedagógica[1] que o ensino de Química no campo está baseado no uso de materiais didáticos desvinculados da realidade dos sujeitos campesinos.

Nesse sentido, esta pesquisa pauta-se na produção e aplicação de uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) relacionada ao processo de ensino e aprendizagem de Química para a Educação do Campo, que aborda o contexto dos estudantes, visto que a contextualização é uma maneira de permitir aos estudantes respostas às

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

suas indagações corriqueiras (“Para que eu vou aprender isso?” ou “O que isso vai influenciar em minha vida?”). Assim, aqui buscamos apresentar uma possibilidade de trabalho com a SEI, desenvolvendo os conceitos de número atômico, elemento químico e partículas subatômicas, apresentando o conteúdo não pela mera transmissão professor-aluno, mas por meio do trabalho ativo do estudante, que, a partir da manipulação dos materiais e da participação nos debates, produz seu próprio conhecimento. Logo, esta se justifica porque os materiais didáticos encontrados nas escolas, em geral, não possuem vínculos com a realidade e especificidades da Educação do Campo.

Para Souza (2008), a Educação do Campo surge a partir de reivindicações e práticas de sujeitos sociais coletivos do campo que identificam a necessidade de maior atenção à educação dos povos que vivem neste meio. Sendo assim, a Educação do Campo necessita de um vínculo com o meio em que está inserida, pois devem-se considerar as especificidades do campo em todo o processo educativo, tendo em vista que ela não é só um projeto de educação, mas, sim sociopolítico, socioeconômico e de vida em que todas essas instâncias são articuladas ao projeto de educação que propõem os Princípios da Educação do Campo.

Quando voltamos à atenção para o ensino de Química nas escolas do campo, percebemos a necessidade de que este ensino esteja relacionado com a realidade dos discentes que são sujeitos do campo, isso porque eles necessitam ter um conhecimento direcionado para o seu contexto. Caso não ocorra o vinculo, estes ficam excluídos do processo de ensino e aprendizagem, pois não irão se sentir parte do mesmo, ou seja, não se sentirão motivados por não conseguirem identificar a importância dos conteúdos no seu dia a dia.

Levando em consideração a difícil tarefa de realizar essa articulação, elaboramos a seguinte questão de pesquisa: “Quais são as contribuições de uma sequência de ensino com enfoque investigativo para o ensino de números atômicos e partículas subatômicas para alunos do campo?”.

Para respondermos a esse questionamento, intencionamos neste estudo apresentar as contribuições de uma sequência de ensino com enfoque investigativo para o ensino de números atômicos e partículas subatômicas para alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública do campo da cidade de Iraquara-Bahia.

Em vista dos argumentos apresentados, organizamos este trabalho em cinco tópicos. Na introdução trazemos de forma breve o que vem a ser e como foi desen-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

volvido este trabalho, em seguida apresentamos a discussão sobre Educação do Campo, o Ensino de Química para a Educação do Campo e a Sequência de Ensino por investigação para o ensino de Química na Educação do Campo. Posteriormente, apresentamos os procedimentos metodológicos, os resultados e discussões, por fim apresentamos as considerações finais a partir do estudo feito.

Educação do campo

A Educação do Campo é um projeto de vida e de educação comprometida com o desenvolvimento e emancipação dos camponeses. Esta se encontra pautada na preservação, respeito e valorização da diversidade, em termos culturais, epistemológicos e étnico-raciais, de todos os povos oriundos do campo, bem como da biodiversidade procedente deste lugar. Além disso, este projeto também se subscreve nos aspectos políticos, socioeconômicos e fundiários.

Para Caldart (2012), a Educação do Campo é um conceito que ainda se encontra em construção. Somente nas últimas duas décadas que vêm sendo elaboradas formas de fazer acontecer a escola no contexto camponês, e, este novo fazer tem se destacado bastante no que se refere a seu compromisso de ser construída com e para os sujeitos do campo.

Em consonância ao que foi dito, percebemos que no contexto histórico este projeto de educação surgiu através dos movimentos de lutas sociais, principalmente dos povos que lutam pelo direito e acesso a terra, a exemplo do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST). Através de várias conferências, encontros etc. surgem, então, as demandas pelo direito a uma educação contextualizada e de mais qualidade.

Segundo Molina e Freitas (2011), esses movimentos destacaram-se pelo protagonismo dos trabalhadores do campo em ocupar o cenário educacional brasileiro, reivindicando um formato de educação que fosse pensada ou considerada desde o modo de vida camponês, até uma visão de desenvolvimento social mais emancipatória.

Em resposta a essas reivindicações demandadas pelos movimentos sociais do campo e, consequentemente, nas lutas travadas com o Estado, a Educação do Campo foi concretizada e, atualmente, assegurada nos marcos normativos da legislação às

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

diretrizes da Educação do Campo. Este fato corroborou, além de outras questões, para a criação de diversos cursos de ensino superior para a Educação do Campo voltados a várias habilitações, como as Ciências da Natureza, Ciências Agrárias, Matemática, Artes, Linguagens, Direito, entre outros. Estes cursos são voltados a atender um público específico, sendo imprescindível que todos que sejam/estejam envolvidos neste projeto levem em consideração o contexto social e político-pedagógico no qual os educandos estão inseridos.

É importante ressaltar que segundo as Diretrizes Operacionais para a Educação Básica do Campo (BRASIL, 2002), a identidade da escola do campo pode ser assim mencionada:

> Art. 2 - Parágrafo único. A identidade da escola do campo é definida pela sua vinculação às questões inerentes à sua realidade ancorando-se na temporalidade e saberes próprios dos estudantes, na memória coletiva que sinaliza futuros, na rede de ciência e tecnologia disponível na sociedade e nos movimentos sociais em defesa de projetos que associem as soluções exigidas por essas questões à qualidade social da vida coletiva do País (BRASIL, 2002, p. 37).

As instituições de ensino do campo devem estar preparadas para acolher a diversidade e o contexto dos estudantes que vivem nos espaços do campo, levando em consideração as características e saberes dos povos do campo sem esquecer de admitir o ingresso e o uso da ciência e das novas tecnologias.

É notória a vasta diversidade cultural existente no campo, culturas que vêm resistindo ao longo do tempo, mesmo com todo o processo de silenciamento promovido pelo pensamento neocolonial e financiado pelo sistema capitalista. Devido a isso, enxergamos a necessidade de que a comunidade acadêmica respeite e valorize a identidade e a cultura dos camponeses. Dizemos isso, pois, dentre os princípios da Educação do Campo, encontramos o respeito às culturas populares, contribuindo também, consequentemente, com a sua preservação. E, articulando ao artigo 2° do decreto da Educação do Campo de n° 7352/10, temos os cincos princípios da Educação do Campo que regem, conduzem e medeiam todo o processo de construção das práticas pedagógicas adotadas pela EdoC, sendo eles:

> I - respeito à diversidade do campo em seus aspectos sociais, culturais, ambientais, políticos, econômicos, de gênero, geracional e de raça e etnia; II - incentivo à formulação de projetos político-pedagógicos específicos para as escolas do campo, estimulando o desenvolvimento das unidades escolares como espaços públicos de investigação e articulação de experiências e estudos direcionados para o desenvolvimento social,

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

> economicamente justo e ambientalmente sustentável, em articulação com o mundo do trabalho; III - desenvolvimento de políticas de formação de profissionais da educação para o atendimento da especificidade das escolas do campo, considerando-se as condições concretas da produção e reprodução social da vida no campo; IV - valorização da identidade da escola do campo por meio de projetos pedagógicos com conteúdos curriculares e metodologias adequadas às reais necessidades dos alunos do campo, bem como flexibilidade na organização escolar, incluindo adequação do calendário escolar às fases do ciclo agrícola e às condições climáticas; V - controle social da qualidade da educação escolar, mediante a efetiva participação da comunidade e dos movimentos sociais do campo (BRASIL, 2010).

Diante desses princípios, a escola do campo passa a ocupar papel fundamental na luta por uma educação popular que seja pautada na prática social, nos valores e princípios dos sujeitos do campo. Assim, a escola, enquanto instituição de ensino, não deve ser apenas um espaço físico de reprodução de um saber pedagógico, mas sim, um ambiente de interação e troca de experiências por meio de ações dialógicas, de um trabalho coletivo da transformação da história e da cultura do país.

Sendo assim, compreender o papel da escola na Educação do Campo significa compreender o tipo de ser humano que esta necessita formar. Mediante essa compreensão, acreditamos que é importante a ampliação e propagação das práticas Pedagógicas da Educação do Campo. Desta forma poderemos construir uma sociedade politicamente mais igualitária e com mais justiça social para as diversidades que têm os povos do campo.

O ensino de Química para a Educação do Campo

É sabido que muitos estudantes do nível médio apresentam dificuldades em conseguir alcançar um entendimento acerca dos conteúdos químicos, devido ao caráter abstrato e descontextualizado destes conteúdos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011). Neste sentido, acreditamos que o ensino de Química e em particular o ensino de Química nas escolas do campo deva ser contextualizado, para que este possa levar o educando a instigar, problematizar e contextualizar a sua própria realidade, estimulando a vontade de aprender a partir de seu contexto social.

Para Carvalho (2018), durante anos o ensino de Química foi focado em aulas expositivas com resolução de exercícios e uso do livro didático, sendo apenas reproduzidos os conceitos já existentes na academia. Assim, consideramos que as transmissões e recepções de conteúdos que costumeiramente são empregados nas

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

escolas não têm dado a oportunidade ao estudante de elaborar o seu próprio processo de aprendizagem.

A Química é a ciência que estuda a matéria, suas propriedades, estruturas e transformações. Esta ciência está presente em nossa sociedade, ela faz parte do nosso cotidiano, estando em muitas situações do nosso dia a dia, seja no solo, na agricultura, na alimentação, nos combustíveis, no meio ambiente e nos mais diversos tipos de produtos. Estando a Química em nosso cotidiano, defendemos um ensino contextualizado e mais significativo, fato que tem sido motivo de grandes desafios, pois o que tem se visto é uma repetição de conteúdo, com uso de uma linguagem abstrata, muitas vezes sem sentido para os estudantes.

Não negamos que essa disciplina requer uma linguagem própria para sua oralidade, com uso de fórmulas e símbolos, mas defendemos a necessidade de criar pontes dialógicas entre as especificidades da Química e o universo cultural dos discentes, devido à diversidade do sujeito do campo, dos seus modos de vida, dos seus espaços de pertencimento.

Assim, dar significado às aulas permite ao educando entender-se como parte fundamental no processo de ensino e aprendizagem, permitindo-lhe desempenhar papel de agente construtor do conhecimento, elaborando, dando significado às Ciências com suas palavras de modo a favorecer a construção do conhecimento.

Oliveira (2010) traz que a melhoria na qualidade do ensino de Química perpassa entre a definição de uma metodologia de ensino que favoreça a contextualização como mecanismo de análise crítica de mundo, tendo em vista o desenvolvimento intelectual do estudante por meio da compreensão formativa e criadora dos conceitos trabalhados em sala de aula.

Nessa perspectiva, o ensino de Química na Educação do Campo deve partir da realidade dos educandos, estabelecendo relações fundamentais para que estes consigam utilizar os conhecimentos da escola em sua vida cotidiana, bem como, através da criticidade desmitificarem a neutralidade das Ciências e buscarem maneiras de utilizá-la a serviço do povo, como por exemplo através das tecnologias sociais.

A Lei de Diretrizes e Bases – LDB 9394/96 (BRASIL, 1996) sinaliza que a Educação no Campo deve contemplar um ensino direcionado aos povos do campo, que traga conteúdos selecionados e as metodologias utilizadas pelo professor sejam compatíveis com os interesses e necessidades dos que residem nessas localidades.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Neste contexto, o ensino de Química deve valorizar e levar em conta a cultura, o envolvimento social e a forma cotidiana de viver do povo campesino.

Dessa forma, cabe não só ao professor, mas à comunidade escolar buscar maneiras que possam agregar os estudantes do campo, fazendo com que estes se sintam parte do processo, vendo a real importância dos conteúdos. Em respeito a isso, vemos que a LDB 9394/96, em relação ao povo camponês, no artigo 28°, preconiza que:

> Na oferta de educação básica para a população rural, os sistemas de ensino promoverão as adaptações necessárias à sua adequação às peculiaridades da vida rural e de cada região, especialmente: I – conteúdos curriculares e metodologias apropriadas às reais necessidades e interesses dos alunos da zona rural; II – organização escolar própria, incluindo adequação do calendário escolar às fases do ciclo agrícola e às condições climáticas; III – adequação à natureza do trabalho na zona rural (BRASIL, 1996, p. 10).

Assim, a Educação do Campo é um projeto de luta que atende a necessidade e as peculiaridades do povo camponês. Reconhecer este paradigma é o primeiro passo para a discussão e reflexão sobre formação e construção de práticas pedagógicas no ensino de Química que dialoguem com a Educação do Campo, trazendo um ensino mais satisfatório, que reconheça o sujeito como sendo parte fundamental no processo de construção do conhecimento.

Sequência de Ensino por Investigação para o ensino de Química na Educação do Campo

A Sequência de Ensino por Investigação (SEI) funciona como mecanismo facilitador do processo de ensino e aprendizagem. Ela é fundamentada, principalmente, em partir dos conhecimentos prévios dos estudantes para a construção do conhecimento cientificamente fundamentado. Este fato nos leva a trazer uma importante aproximação com alguns dos princípios da Educação do Campo no que se refere ao respeito às diversas culturas e que, também, ao mesmo tempo reconhece o potencial educativo em trabalhar com a realidade material de cada indivíduo.

A Sequência de Ensino por Investigação é uma teoria que busca, segundo Carvalho (2018, p. 9), "ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica". Desta maneira, busca-se, com esse panorama, possibilitar aos educandos

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

perspectivas para a construção do próprio conhecimento. O papel do professor na SEI é dar condições para que os estudantes, a partir dos saberes já construídos, possam aprimorá-los de modo que sejam significativos e estejam em consonância com a comunidade científica. Existem processos e procedimento/planejamento a serem seguidos na elaboração da SEI que nos levam a pensar em atividades estratégicas para o currículo nas escolas do campo e na LDB. Assim, acreditamos na possível articulação do trabalho metodológico da SEI com a Educação do Campo, pois ela tem em vista um modelo de ensino que visa problematizar, emancipar e libertar o sujeito, visando associar a teoria à prática que auxilia no desenvolvimento social e pessoal.

Nas atividades estratégicas ou atividades-chave, como cita Carvalho (2018), destacamos: um problema, experimental ou teórico contextualizado, que consiste em inserir os estudantes de forma a ofertar mecanismos que instiguem o pensamento de forma a solucioná-lo com os conceitos científicos centrais do conteúdo programático. Posteriormente é necessário sistematizar os conhecimentos construídos, esta se dá por meio de leitura, discussão e escrita de textos. Por fim, mediar os conhecimentos adquiridos com as relações cotidianas.

Partindo desse entendimento, como já sinalizado acima, a SEI pode ser pensada para a Educação do Campo, pois ambas estão focadas no sujeito participante da construção do saber. Assim, sinalizamos que o processo de ensino e aprendizagem e a construção do conhecimento são as principais contribuições para a Educação do Campo e o ensino de Química/Ciências no geral. Sedano (2016) aponta que a SEI favorece a construção do conhecimento científico a partir do engajamento do discente, para que na relação com seus pares, mediada pelo professor, possa fazer e compreender a ciência.

É importante que o ensino e a aprendizagem de Química na Educação do Campo forneçam aparatos que fomentem a criticidade do educando. Sobre este aspecto, acreditamos que a Sequência de Ensino por Investigação poderá trazer grandes benefícios, pois é baseada primordialmente na investigação. E para que se inicie um processo investigativo é necessário que haja pontos de angústia que se materializem em um problema. Dessa forma, os estudantes precisam pensar como irão resolver determinado problema que aflige sua realidade, desde pequenos a maiores aspectos, através dos conhecimentos científicos, como também com os conhecimentos/saberes

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

que eles já carregam consigo. Este fato corrobora no respeito às diversas formas de conhecimento dos povos camponeses, o que também é um dos pilares do projeto de Educação do Campo.

Percurso metodológico

Esta pesquisa consiste em abordar o desenvolvimento e aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativo no ensino de Química para os conteúdos de números atômicos e partículas subatômicas na perspectiva da Educação do Campo, inserindo-se em uma abordagem qualitativa caracterizada por observação e intervenções. Segundo Coutinho (2013), a pesquisa qualitativa "descreve os fenômenos por palavras em vez de número ou medidas" (p. 28). Para a pesquisa qualitativa, a Ciência é uma área do conhecimento que é construída pelas interações sociais no contexto sociocultural que as cercam, por isso, seu foco é compreender os significados dos fenômenos a partir de quem os vivencia, considerando tempos e espaços de atuações e reflexões. Neste sentido, a investigação qualitativa trabalha com valores, crenças, hábitos, atitudes, representações e procura aprofundar a complexidade de fatos e processos particulares e específicos a indivíduos e grupos.

O estudo foi desenvolvido em uma escola pública estadual do campo, localizada no município de Iraquara-BA, com 35 alunos de uma turma de primeiro ano do Ensino Médio. A escola conta com uma boa estrutura física, contendo 12 salas de aula, sala da diretoria, sala de professores, laboratório de informática, quadra de esporte descoberta, biblioteca, sala de secretaria e almoxarifado, e dispõe de 64 funcionários. A mesma funciona nos três turnos e atende a um público de aproximadamente 1002 estudantes distribuídos em algumas turmas do ensino médio, sendo a maioria oriunda do campo.

Estando cientes dos procedimentos necessários à ética da pesquisa, foram entregues termos de assentimento e consentimento, lidos em voz alta e explicados, para que todos entendessem e pudessem explicar aos respectivos responsáveis, uma vez que grande parte dos sujeitos da pesquisa é menor de idade.

Como o objetivo geral da pesquisa diz respeito à análise e apropriação teórica sobre a Sequência de Ensino Investigativo e suas consonâncias com a Educação do Campo, bem como a elaboração e execução da mesma, utilizamos como coleta de

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

dados o diário de bordo e a sequência didática, composta por questionário diagnóstico; pré-teste; atividades escritas, atividade prática com o jogo do conhecimento e pós-teste.

A aplicação do questionário diagnóstico permitiu um conhecimento acerca dos participantes com os quais a pesquisa foi desenvolvida, tais como faixa etária, comunidade na qual o participante reside, seu conhecimento do conteúdo a ser trabalhado. É importante ressaltar que o desenvolvimento e aplicação da SEI se deu através de algumas etapas, que foram fundamentais para a sua execução e construção.

A construção e execução de uma Sequência de Ensino por Investigação consiste em planejar etapas que são fundamentais para alcançar os seus objetivos. Estas atividades devem ser pensadas de forma a proporcionar/favorecer aos estudantes condições para que, a partir dos conhecimentos prévios, discutam e construam uma nova perspectiva de ensino e aprendizagem.

Assim, a Sequência Didática foi elaborada por meio de duas etapas, sendo elas: a) o estabelecimento de um problema teórico; b) a sistematização das questões que visaram problematizar como eu vejo o átomo e como posso representá-lo. A perspectiva teórica da Educação do Campo propõe que a relação com o cotidiano ocorra em todas as etapas pedagógicas. Assim, a SEI desenvolvida foi pensada para a aprendizagem destes estudantes a partir de uma abordagem investigativa. Com o intuito de sintetizar e tornar mais didático para o leitor o percurso pedagógico, apresentamos a tabela a seguir.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Tabela 1: Descrição das atividades da Sequência de Ensino por Investigação

Tempo didático	Temática	Atividade desenvolvida	Objetivos	Resultados esperados
2 aulas 100 minutos	Levantamento de concepções	- A primeira etapa da proposta consistiu na aplicação de uma atividade que foi feita individualmente. O objetivo principal foi levantar as concepções prévias dos estudantes a respeito de questões relacionadas à estrutura do átomo.	- Mapear os conhecimentos prévios dos estudantes. - Estimular a aplicação dos conceitos existentes para a construção de um átomo posteriormente comparar com o modelo atual.	- Espera-se que os estudantes demostrem os conceitos que já sabem acerca da estrutura do átomo.
2 aulas 100 minutos	Estruturando o átomo	- Diálogo/debate sobre as partículas e suas funções, verificando um modelo atômico atual; - Sistematização de informações; - Organizando os elementos.	- Entender o que é um modelo atômico; - Compreender a evolução dos modelos atômicos; - Compreender as partículas subatômicas do átomo; - Compreender o conceito de número atômico e elemento químico.	- Deseja-se que os estudantes compreendam o que é um modelo atômico e como se deu o processo de evolução dos átomos; - Almeja-se que os estudantes compreendam os conceitos de partículas subatômicas e número atômico. - Espera-se que compreendam a importância dos elementos químicos no cotidiano.
2 aulas 100 minutos	O jogo como instrumento de aprendizagem	Jogo Roleta Magnética	- Favorecer a interação e participação das aulas.	- Estima-se que os estudantes demonstrem os conhecimentos acerca dos conteúdos trabalhados anteriormente.
2 aulas 100 minutos	O que aprendi?	- Construção de um livro *pop ap*[2]	- Avaliar o conhecimento construído durante o desenvolvimento da SEI; - Propor uma finalização para as atividades referentes aos conteúdos de modelos atômicos e partículas subatômicas.	- Compreender e avaliar os impactos da SEI no processo de ensino aprendizagem.

Fonte: Autoria própria (2019).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Os dados obtidos foram analisados por meio de uma abordagem interpretativa e organizados por categorias: momento pedagógico relativo à observação; momento pedagógico relativo ao modelo atômico, momento pedagógico relativo aos números atômicos; momento pedagógico relativo às partículas subatômicas; momento pedagógico relativo ao jogo como instrumento de aprendizagem; momento pedagógico relativo à avaliação.

Resultados e discussões

Momento pedagógico relativo à observação

Antes da aplicação da SEI, foi realizado o momento da observação. De acordo com o minidicionário Aurélio da língua portuguesa (FERREIRA, 2008, p. 587), *observação* é: "1. Ato ou efeito de observar(-se). 2. Cumprimento, prática de lei, norma, etc. 3. Exame de fenômeno, fato, etc. 4. Registro escrito ou oral que resulta de exame ou estudo. 5. Palavra de advertência". Partindo deste entendimento, neste momento realizamos atividades de conhecimento da realidade da escola (aspectos administrativos, pedagógicos, estruturais etc.) e ações como diagnóstico e aprendizagem dos alunos, para estabelecermos vínculos com os alunos, escola e professor, a fim de assimilarmos experiência. Desta forma, a observação foi indispensável, tendo em vista que ela permite ao pesquisador um contato, análise e concepções prévias de como lidar com a unidade de ensino.

Segundo Freire (2003), a observação é uma ação altamente reflexiva, pois o olhar está pautado para buscar e ver o que ainda não sabe. Para este autor, este olhar não é um olhar vago, à espera de descobertas, é um olhar focalizado para detectar, diagnosticar o saber e o não saber do grupo.

Ao observar a realidade de ensino de Química na escola, percebemos a importância da contextualização dos conteúdos estudados em sala de aula. Nesse momento da observação participamos de algumas ações, como diagnóstico de aprendizagem dos alunos, reuniões de pais e mestres, pois para a Lei de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1996), a educação deve abranger os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, sendo então necessária a presença da família no ambiente escolar. O ato de observar é fundamental para analisar e compreender as relações dos sujeitos entre si e com o meio em que vivem.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Corroboramos com a ideia de que o professor que almeja obter êxito durante sua docência precisa se manter na posição de observador, pois o ato de observar poderá favorecer possíveis ajustes durante o processo de ensino-aprendizagem. Para que o sujeito compreenda as relações entre si e o meio, se faz necessário observar. E observar uma ação pedagógica não é vigiá-la, mas fazer vigília por ela, ou seja, é estar e permanecer acordado por ela na ação pedagógica e na cumplicidade pedagógica (FREIRE, 2003).

A ação da observação nos possibilitou desenvolver novos conhecimentos e aprendizados, além dos adquiridos na universidade, o que nos levou a elaborar novas maneiras de partilhar a teoria e a prática, se mostrando um exercício crucial para as funções de um professor.

Momento pedagógico relativo ao modelo atômico

Inicialmente fizemos o levantamento da concepção de modelo, perguntando aos alunos o que entendiam por modelo, percebemos que algumas das respostas mencionadas pelos discentes são aceitas cientificamente e outras não (algumas das respostas fornecidas pelos alunos se encontram abaixo). Partindo destas respostas, realizamos uma discussão, mantendo sempre a interação com e entre os alunos sobre o que vem a ser modelo.

> Estudante A: Modelo é a pessoa que desfila;
>
> Estudante B: É a representação exata de alguma coisa;
>
> Estudante J: Representa a aproximação de alguma coisa.

Percebemos pelas respostas dos alunos que 80% compreendem que os modelos são apenas aproximações e acreditam que eles sejam a representação exata do objeto. Acreditamos que esse pensamento é oriundo de como este conteúdo é trabalhado em sala de aula, esse pensamento é compartilhado com Melo e Lima Neto (2013). Para estes autores, os professores não têm se preocupado em deixar clara a importância e a evolução dos modelos científicos, ensinando modelos como verdades prontas e acabadas.

Tivemos a intenção nessa discussão de mostrar para o aluno que os modelos não correspondem à forma fiel dos objetos, os modelos se aproximam da forma

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

real à medida que são aperfeiçoados, e que para se chegar a uma aproximação da representação destes objetos, os cientistas propõem vários modelos de estudo que não podem ser vistos em determinado momento histórico.

Para Oliveira (2010), o mapeamento das concepções prévias dos estudantes permite ao educador compreender quais são suas ideias em relação a um dado conteúdo. A nossa pesquisa, especificamente, permitiu saber os tipos de concepções atomísticas dos estudantes de forma a revelar a compreensão do estudante quanto ao assunto.

Esse momento pedagógico teve como objetivo fazer o levantamento de concepções prévias dos estudantes a fim de mapear os conceitos sobre o modelo atômico. Após toda discussão, foi distribuído material (lápis de cores, folha de ofício, massinha de modelar, entre outros), solicitando que eles representassem os modelos atômicos.

Todos os estudantes representaram suas ideias de átomo através de desenhos e utilizando a massa de modelar disponibilizada, sendo que uma minoria fez o desenho acompanhado de escrita. Observamos que as representações feitas condiziam ao modelo atômico que referencia o modelo planetário que remete ao modelo atômico de Rutherford, antes da complementação de Bohr, e antes do modelo atômico de Sommerfeld.

Na sequência, ocorreu uma discussão com os alunos sobre a existência do átomo, inserindo algumas questões durante a discussão: 1- Como podemos saber que o átomo existe se não podemos vê-lo?; 2- Se ele não pode ser visto, como o átomo foi descoberto?. Esses questionamentos nortearam todo o processo de ensino de modelos atômicos.

Com essa atividade, podemos perceber que os estudantes já possuíam uma ideia alternativa sobre o átomo. Por isso a importância de fazer o levantamento das concepções dos estudantes antes de iniciarmos o trabalho com qualquer conteúdo. Parafraseando Freire (2003), o educador que compreende o papel do educando como sujeito participante da sua história entende a importância de escutar o educando, não transmitindo o conhecimento, mas se comunicando com ele a partir da troca de saberes.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Momento pedagógico relativo aos números atômicos

Esse momento foi elaborado com muita atenção, pois já tínhamos percebido que nem todos os alunos tinham a mesma desenvoltura e aprendizagem. A atividade foi realizada com vegetais que os alunos conheciam e tinham a sua disposição, além de já conhecerem algumas utilidades deles.

Problematização: Os vegetais possuem em sua constituição diversos elementos químicos que são indispensáveis para o nosso organismo, por quê? A partir deste questionamento, foi solicitado que os estudantes escolhessem um vegetal. Em seguida, responderiam, de forma individual, o questionário com as seguintes questões:

Qual o nome do vegetal escolhido?
Quais os elementos presentes na composição do vegetal?
Quais são os símbolos dos elementos presentes na composição do vegetal que você escolheu?
Como você organizaria estes elementos químicos?
Quais foram os critérios que vocês usaram para organizar e por quê?
Por que nosso organismo precisa destes elementos químicos?

Foram levados pacotinhos com vários nomes de vegetais, legumes, tubérculos, com informações de cada um. Após pegarem as fichas, os estudantes vinham ao centro escolher um alimento.

A escolha desta atividade se deu, porque como já sinalizado, os estudantes em sua maioria são do campo, desta forma escolheram-se alimentos comuns à realidade camponesa do município. Como a horta faz parte da cultura do povo do campo, sentimos e vimos nela a possibilidade de implantar o momento pedagógico e com isso resgatar e valorizar a cultura do povo camponês, utilizando os alimentos cultivados em uma horta como instrumento para analisar os elementos químicos presentes nesses, bem como a sua importância em nossas vidas.

Para Molina e Freitas (2011), os processos educativos passam pelo conjunto de experiências, de vivências que o ser humano tem ao longo da vida. Nesse sentido, a escola deve estar vinculada ao mundo do trabalho, da cultura, da produção, à luta pela terra e ao projeto popular de desenvolvimento do campo; pois através da recu-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

peração desses vínculos entre educação e terra, trabalho, produção, vida, cotidiano e existência, surge o educativo.

Durante a realização da atividade, os alunos demonstravam certa insegurança em organizar os elementos químicos e tentavam, por meio do raciocínio lógico, estabelecer relações entre eles ao organizar os elementos, sendo que 80% dos alunos organizaram estes por ordem alfabética, 5% colocaram em ordem do número atômico e os demais não conseguiram realizar a atividade.

Após aula dialogada e ao questionar/instigar sobre se houve diferença entre o critério adotado por eles e o critério estabelecido pelos cientistas ao organizar a tabela periódica, obtivemos resposta como: Estudante A: "*o jeito que organizei é igual ao da tabela periódica*" Estudante B: "*o jeito que eu organizei foi diferente ao da tabela periódica*". Estudante F: "Eu escolhi o número atômico do menor para o maior, porque eu achei mais fácil". Estudante M: "Usei o critério do número atômico na ordem crescente". Esta atividade promoveu uma participação mais ativa e significativa dos discentes, pois desvinculou o ensino de elemento químico e de número atômico da memorização dos símbolos, nomes e valores. Aqui aproveitamos para dialogar sobre o conteúdo de número atômico dos elementos químicos.

Em relação ao questionamento "Por que nosso organismo precisa destes elementos químicos?", os estudantes utilizaram os conhecimentos adquiridos durante a gincana na atividade da horta escolar, respondendo que "os vegetais possuem os elementos químicos que nos fornecem energia" (Estudante L); "Nosso organismo precisa de nutrientes e que estes são obtidos pelos vegetais que comemos" (Estudante E). A atividade despertou o interesse dos alunos pelo assunto, instigou a curiosidade e a interação uns com os outros. Observamos o quanto os alunos valorizaram o ensino de Química, pois essa Ciência foi exposta para eles em uma atividade do cotidiano.

Oliveira et al. (2016) sinalizam que o desenvolvimento de aulas contextualizadas e investigativas sobre os elementos químicos como alternativa didática para o ensino do tema pode tornar o ensino mais significativo. Comungamos também com a ideia dos autores, pois durante a atividade houve interação e participação dos alunos. Cabe ao professor promover no cotidiano das salas de aula, por meio de suas intervenções argumentativas ou questionadoras, relações entre os conhecimentos prévios dos alunos e as novas informações (CORAZZA; LORENCINI JR.; MAGALHÃES JR., 2014).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Para Arroyo, Caldart e Molina (2004, p. 121), a escola do campo sustenta-se através das relações sociais que se tornam a base desse ambiente educativo, explicando que "[...] se a escola é lugar de formação humana, significa que ela não é apenas lugar de conhecimentos formais e de natureza intelectual. A escola é lugar de tratar das diversas dimensões do ser humano de modo processual e combinado".

Momento pedagógico relativo às partículas subatômicas

Nesse momento pedagógico foram sistematizadas todas as informações abordadas e problematizadas anteriormente, por meio de um modelo atômico apresentado. O modelo de átomo apresentado aos estudantes foi o "modelo planetário do átomo" de Rutherford-Bohr. Este modelo, segundo Francisco (2005),

> Considera que um elétron deve ter trajetória bem definida e previsível, (assim como as partículas clássicas), circular e estacionária. Isto evita que, sendo uma carga elétrica negativa em interação com o campo elétrico positivo do núcleo, o elétron entre em movimento espiral e colida com o núcleo. Às várias órbitas circulares permitidas foram associados números inteiros, de modo que apenas certos valores discretos de energia são permitidos. Sistemas cuja energia não pode variar continuamente mas apenas por valores que diferem entre si por múltiplos de uma grandeza, são chamados quantizados (FRANCISCO, 2005, p. 3).

Nessa perspectiva houve a sistematização das concepções realizadas no desenvolvimento da SEI. Foi ressaltado que o modelo apresentado é um dos modelos do átomo. Nesse momento relembramos a concepção do que vem a ser um modelo e por que é utilizado na Química.

O modelo atômico mais reconhecido pelos estudantes foi o de Rutherford, como visto no levantamento das concepções prévias. Isso nos permitiu inferir que reconhecessem que o átomo possui um núcleo, que há subpartículas constituindo-o e que partículas de carga positiva estão no núcleo e as negativas no seu entorno. As partículas estudadas foram apenas os prótons, nêutrons e elétrons. As outras não foram abordadas, pois consideramos que na ocasião abordá-las poderia implicar conflitos quanto à aprendizagem, tendo em vista o tempo que foi disponibilizado para a execução da pesquisa.

Deixamos evidente que iríamos trabalhar com o modelo de Rutherford-Bohr, mas que existem outros mais avançados e que um é complemento do outro, fazendo o estudante questionar o porquê de não aprender apenas o modelo dito "correto".

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Procuramos levar o estudante a perceber que não há um "correto" e sim leituras diferentes dos mesmos fenômenos macroscópicos, mostrando o caráter dinâmico da Química. Nesta perspectiva consideramos que houve aprendizagem e a compreensão do modelo atômico proposto, pois visualizar permitiu ao estudante compreender melhor o processo dinâmico do átomo, mesmo com dimensões incompatíveis (principalmente dos elétrons) caso o átomo fosse ampliado.

Chassot (1996) diz que a escolha do modelo atômico deve ser feita de acordo com o que se quer ensinar, dependendo de como os átomos modelados vão ser usados depois e que, necessariamente, esse modelo não precisa ser o mais atual, nem o único, mas sim aquele que permita uma aprendizagem de maneira adequada e que leve à relação entre o micro e o macro, entre o imaginado e o visível.

Momento pedagógico relativo ao jogo como instrumento de aprendizagem

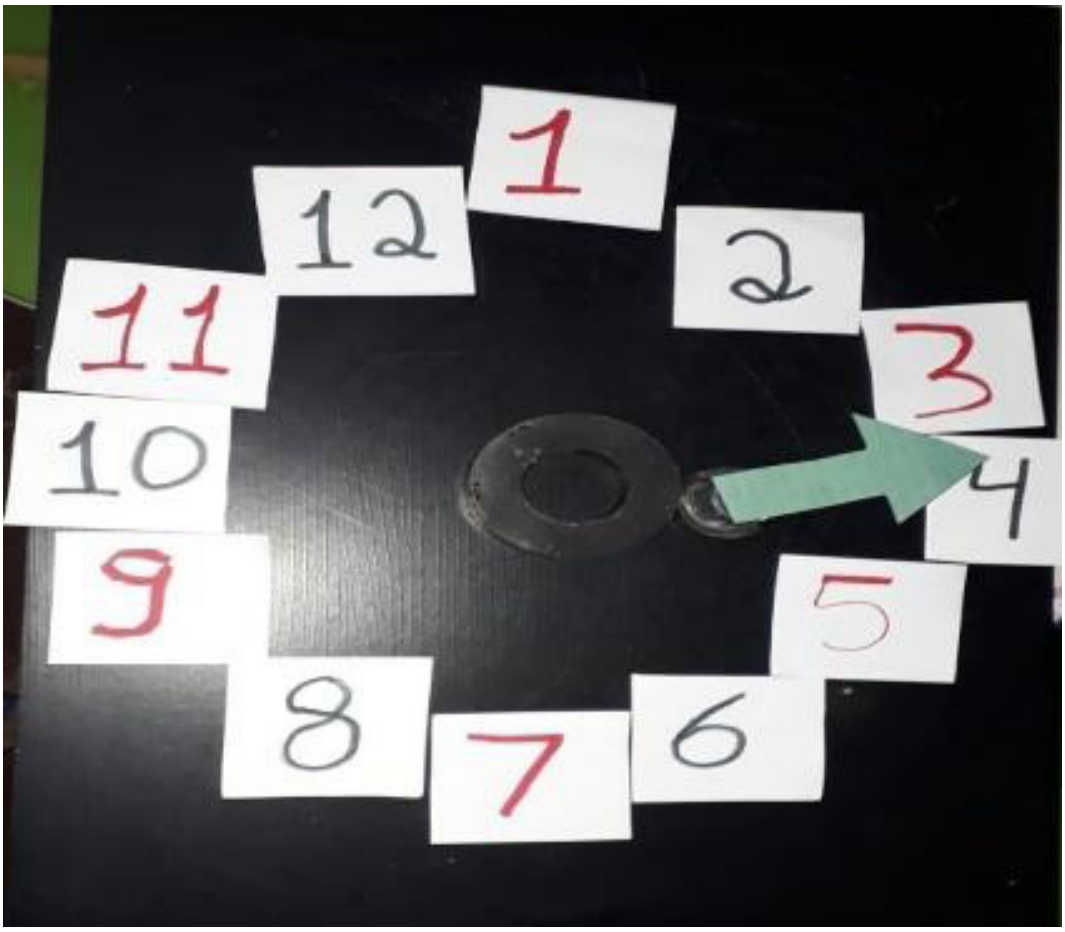
Comungamos com a ideia de que os jogos didáticos podem propiciar aos estudantes exercitar a mente e a imaginação. Os jogos são considerados atividades lúdicas que agregam, agradam, entusiasmam e ensinam, porque articulam informações de várias formas, estimulando diversos sentidos sem serem cansativos.

Segundo Kishimoto (2011), o jogo didático possui duas funções: uma lúdica e outra educativa, e quando utilizado em sala de aula, essas duas funções precisam estar em equilíbrio, pois têm como objetivo a aprendizagem de algum conteúdo de ensino. Neste sentido, se a função lúdica prevalecer, ele não passará de um jogo; e se a função educativa for predominante, ele será apenas um material didático.

O jogo confeccionado chama-se "Roleta Magnética", este contém doze casas com questões relacionadas à temática "vegetais e solo da horta", para contextualizar os conteúdos químicos trabalhados (Fig. 1). Ele foi elaborado para ser aplicado e promover uma interação/socialização entre os alunos, visto que, para jogá-lo, os estudantes precisavam discutir entre si e elaborar as respostas. Foi necessário dividir a turma em dois grupos e também para avaliar a aprendizagem dos estudantes.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Figura 1: Jogo Roleta Magnética.



Fonte: Autora (2019).

Partindo dos elementos químicos presentes nos vegetais e na composição do solo, abordamos os conteúdos elemento químico e número atômico. Percebemos que os grupos tiveram um bom desempenho, pontuamos que, em sua maioria, 75% (grupo I) e 83,3% (grupo II) dos estudantes representavam reflexões em relação às questões sorteadas e respondiam com propriedade. As falas denotaram que os alunos haviam adquirido uma postura relacionada à composição química dos vegetais e aos nutrientes do solo, pois respondiam de imediato ao verem os símbolos dos elementos químicos associados aos vegetais e aos nutrientes do solo, organizando-os em ordem crescente de número atômico, como mostram os excertos abaixo:

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

> A alface possui cálcio, fósforo e ferro, que tem como símbolos Ca, P e Fe (ESTUDANTE D).
>
> Um solo fértil é rico em macronutrientes primários que possuem o nitrogênio (N, Z=14), potássio (K, Z=19) e fósforo (P, Z=15) (ESTUDANTE F).
>
> Os macronutrientes secundários do solo o cálcio (Ca), o magnésio (Mg) e o enxofre (S) (ESTUDANTE H).
>
> O coentro possui em sua constituição diversos elementos químicos essências para o nosso organismo, podemos citar o magnésio (Mg), o sódio (Na) e o zinco (Zn) (ESTUDANTE M).

Por meio dessas falas, percebemos a importância de aulas contextualizadas e de atividades lúdicas, dentre outras metodologias a serem desenvolvidas na práxis docente. Em nosso entendimento, o trabalho do professor em sala de aula deve contemplar diversas abordagens metodológicas. Caldart (2012) defende o direito a uma educação pensada desde o lugar em que se vive e com a participação do povo do campo, ou seja, defende uma educação vinculada à cultura e às necessidades humanas e sociais da população da área rural. Na trilha de Caldart (2012), defendemos que o ensino seja pautado na contextualização dos conteúdos, pois esta contextualização pode contribuir para a formação do aluno enquanto cidadão, que fará uso dos conhecimentos adquiridos em situações do seu cotidiano, favorecendo sua atuação na sociedade, contribuindo para a reflexão e posicionamento frente a situações-problema.

Durante a realização do jogo, os estudantes mostraram interesse em participar, interagiam entre si e trocavam conhecimento por meio da ação dialógica, sempre indagando aquilo que não compreendiam, dando significado aos conceitos. Finalizado o jogo, os estudantes sinalizaram que, apesar das dificuldades de responder algumas questões, a ação de aprender jogando aguçou a curiosidade de pesquisar sobre quais elementos químicos compõem os vegetais que estão presentes em vegetais que cultivam em suas propriedades.

Dessa forma, concordamos com Chassot (1996) quando ele traz a importância da relação entre o ensino e as vivências cotidianas dos estudantes, e defendemos essa importância na construção da relação entre Educação do Campo e o Ensino de Química.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Momento pedagógico relativo à avaliação

O instrumento comumente usado nas escolas são as avaliações somativas, que medem por meio de uma nota o conhecimento adquirido pelos alunos. No entanto, acreditamos que os conhecimentos dos estudantes não podem ser medidos e/ou reduzidos a uma simples nota. Acreditamos que os estudantes carregam consigo muito mais conhecimento do que eles demonstram em algumas questões da avaliação.

Nesse sentido, o instrumento de avaliação deve ser compatível com os objetivos de ensino. Nesta perspectiva, pensamos em um instrumento para finalizar o ciclo da SEI e foi escolhida a avaliação formativa, pela importância de analisarmos o processo, percurso desenvolvido pelos estudantes. Um dos instrumentos utilizados para a avaliação da aprendizagem foi o livro *pop up,* que é ilustrado com recortes tridimensionais em papel que se movem ao abrir o livro ou movimentar a página (ASSAD, 2018).

Para Assad (2018) o livro pop-up é uma ferramenta lúdica que tem como função simplificar o entendimento e a aprendizagem. São bastante utilizados em histórias infantis, porque atraem as crianças para surpresas, emoções e encantos. Por esse encanto, pontuamos que a construção de material em *pop-up* pode ser aplicada a variados campos, e no ensino de Química pode ser trabalhada com diversos conteúdos, desde que o professor tenha os objetivos claros ao planejar atividades desse tipo. A atividade de construção do livro *pop up* foi relevante, pois os alunos colocaram aquilo que eles aprenderam no livro e aperfeiçoaram habilidades como a concentração, a criatividade, a iniciativa, a coordenação motora, a interação em equipe, entre outras aptidões, o que corrobora a importância de se utilizar o lúdico no ensino.

Os livros do tipo pop-up tem como características técnicas utilizadas na engenharia de papel, reproduzindo formas de esculturas tridimensionais, produzidas por intermédio de técnicas de dobraduras de papéis, cortes e vincos. Proporcionam ao leitor um design atraente, por meio de efeitos de profundidade e proximidade física, mediante à sua tridimensionalidade. É um livro elaborado para uma forma singular de contar histórias

Romani (2001) sinaliza que os livros *pop-ups*.

Porém esse não foi considerado como único e exclusivo instrumento de avaliação, pois foi levado em consideração todo o envolvimento dos participantes, que no momento das aulas produziram seus próprios conhecimentos; como a avaliação foi

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

formativa, ela ocorreu em todas as etapas da SEI. Carvalho (2018), quando sinaliza que a avaliação tem também que proporcionar oportunidades para uma autoavaliação por parte dos alunos, faz isso no sentido de alertar o professor a orientar os discentes no reconhecimento de seus avanços e nas conquistas que ainda precisam ser alcançadas.

Foram observados e analisados os avanços dos estudantes mediante o desempenho dessa SEI e feito um feedback oral junto aos sujeitos da pesquisa como uma análise mútua desse processo, proporcionando, assim, para todos os envolvidos, uma autoavaliação no processo da construção do conhecimento. Durante todo processo de aplicação da SEI, foi notória a satisfação que os estudantes demostraram ao desempenhar as tarefas, o que nos traz a reflexão de quão significativo foi o desenvolvimento da pesquisa e a importância em se pensar/construir/planejar estratégias e abordagens que contribuam para o processo de construção do conhecimento, principalmente quando estas corroboram as perspectivas metodológicas/práticas pedagógicas da Educação do Campo.

Considerações finais

A partir das discussões realizadas neste artigo, bem como do processo para a construção da pesquisa aqui relatada, é possível apontar alguns elementos no sentido de contribuir e enriquecer o debate acerca das potencialidades de uma Sequência de Ensino por Investigação no ensino de Química na Educação do Campo.

Inicialmente, cabe destacar que as categorias que emergiram da análise sinalizam que a forma de planejamento e desenvolvimento dos conteúdos em sala de aula deve conter elementos para além do saber pontual, fragmentado e acabado dos conceitos. Este estudo aponta a importância da abordagem contextualizada no sentido de planejar e desenvolver os conteúdos a partir de assuntos do cotidiano dos discentes, valorizando as vivências e experiências pessoais.

Podemos, com esta pesquisa, perceber que a Sequência de Ensino por Investigação para o ensino de Química na Educação do Campo causou impactos de forma positiva, pois percebemos o despertar da curiosidade e a criticidade dos estudantes. Aqui propomos o uso da SEI na Educação do Campo como alternativa facilitadora e complementar de práticas didáticas. Ao realizar as primeiras atividades da SEI, houve estranhamento e resistência, ficando evidente o quanto o ensino tradicional

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

faz com que os estudantes sintam-se dependentes e inseguros diante das atividades propostas, evidenciando assim a importância do uso destas metodologias.

Acreditamos ter alcançado o objetivo do estudo que foi o de analisar como uma sequência de ensino com enfoque investigativo pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de Química para alunos do campo. Entretanto é preciso ressaltar que como pesquisadores foi possível a dedicação, adaptação e readaptação das aulas, mas, para os professores que têm carga horária de trabalho exacerbada, para garantir a sobrevivência, é complicada essa doação para todas as aulas.

Acreditamos que se faz necessário mexer com a estrutura organizacional, pois percebemos que o desinteresse e desmotivação pela disciplina são quesitos comuns entre os estudantes. Dessa forma, para mexer com as estruturas, inicialmente é preciso possibilitar aos professores condições do ponto de vista material e financeiro para que possam favorecer a construção do conhecimento, dispondo de tempo para formação e planejamento, utilizando metodologias diferenciadas, a exemplo da SEI.

A utilização da SEI na Educação do Campo busca responder alguns questionamentos corriqueiros perceptíveis em sala de aula, possibilitando, assim, condições para, a partir dessas e outras indagações, proporcionar aos estudantes respostas para estes questionamentos, dando sentido à aprendizagem e tornando-a mais significativa.

Desse modo, o uso de uma Sequência de Ensino por Investigação na Educação do Campo pode permitir que o estudante assuma o papel de ator principal no processo de ensino-aprendizagem e não mais o de coadjuvante.

As atividades realizadas mostraram a importância de os professores desenvolverem em sala diálogos que consigam ser articulados com o cotidiano do aluno, bem como valorizar o conhecimento prévio que este tem. Neste sentido, tal experiência nos foi gratificante, pois a partir dos resultados obtidos percebemos que as nossas inquietações foram respondidas ao conseguirmos alcançar os nossos objetivos.

Ao analisarmos os dados obtidos no desenvolvimento deste trabalho, percebemos como os estudantes conseguiram se desenvolver ao longo da sequência de ensino e como este momento foi importante para a construção do seu conhecimento. Destacamos e reforçamos que é necessário existir um vínculo significativo entre o ensino de Química e as necessidades da Educação do Campo, por meio de ações que permitam a compreensão da Química vinculada aos contextos vivenciados pelos estudantes.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Research teaching sequence for the contents of atomic number and subatomic participle in the light of field education

Abstract

This article is the result of a research on a Course Completion Work of the Degree Course in Rural Education with qualification in Natural Sciences. It seeks to present the contributions of a teaching sequence with an investigative focus for the teaching of Chemistry to students in the field. Thirty-five students from a first-year high school class from a school in the countryside in the city of Iraquara-BA participated in the study. The research carried out had a qualitative approach, with participant observation. The results of the analysis revealed that the proposed sequence presents different possibilities for dynamizing the teaching and learning process, of which we can point out a greater participation and interest of students when seeking the articulation of chemical concepts with the student's context and the articulation of processes interactive in the classroom dynamics, which is not very common in more traditional teaching approaches. This study allowed us to reflect on relevant points of teaching science learning (chemistry) in schools in / in the field and contributed to the production of knowledge and the opening to new experiences.

Keywords: Rural Education. Research Teaching Sequence. Chemistry Teaching.

Notas

[1] É uma Política Nacional de Formação de Professores de forma a introduzir estudantes licenciandos em escolas de educação básica, a partir da segunda metade de seu curso. Esta contemplará regência de sala de aula, intervenção pedagógica, entre outras atividades extra sala de aula e na Instituição de Ensino Superior (IES).

[2] É um livro em três dimensões feito com dobraduras e recortes das páginas com grande potencial de instrumento pedagógico.

Referências

ARROYO, M. G.; CALDART, R. S.; MOLINA, M. (Org). **Por uma educação do campo**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2004.

ASSAD, D. A. F. **Pop-up-pédia**: um livro pop-up sobre pop-up. 2018. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Design Gráfico, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

BRASIL. **Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996**. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf acesso em: 17 out 2019.

BRASIL. CNE. **Diretrizes Operacionais para a Educação Básica nas Escolas do Campo**. Resolução n. 1, de 3 de abril de 2002. Brasília: Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação, 2002.

BRASIL. **Decreto 7352 de 04 de novembro de 2010**. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/docman/marco-2012-pdf/10199-8-decreto-7352-de4-denovembro-de-2010/file. Acesso em: 17 out. 2019.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

CALDART, Roseli Salete. Educação do Campo. *In:* CALDART, Roseli Salete et al. **Dicionário da Educação do Campo**. São Paulo: Expressão Popular, 2012. p. 257-264.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **Ensino de Ciências por Investigação:** condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

CHASSOT, Attico. Sobre prováveis modelos de átomos. **Química Nova na Escola**. n. 3, p. 3, 1996.

CORAZZA, M. J.; LORENCINI JR., A.; MAGALHÃES JR, C. A. O. As interações discursivas professor-aluno e a formação de conceitos em aulas de ciências. *In:* MAGALHÃES JUNIOR, Carlos Alberto de Oliveira; LORENCINI JUNIOR, Álvaro; CORAZZA, Maria Júlia (org.). **Ensino de ciências:** múltiplas perspectivas, diferentes olhares. Curitiba, PR: CRV, 2014.

COUTINHO, C. P. **Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas:** Teoria e Prática. 2. ed. Coimbra: Edições Almedina, 2013.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências:** fundamentos e métodos. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FERREIRA, A. B. de H. **O minidicionário da Língua Portuguesa**. 7.ed. Curitiba: Ed. Positivo, 2008.

FRANCISCO, Regina Helena Porto. O Átomo. **Revista Eletrônica de Ciências**, n. 3, janeiro de 2005.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. 28. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2003. 148 p.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida (org.). **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo: Cortez, 2011.

LIMA, Kênio Erithon Cavalcante; VASCONCELOS, Simão Dias. Análise da metodologia de ensino de ciências nas escolas da rede municipal de Recife. **Ensaio**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 52, p. 397, 2006.

MELO, M. R.; LIMA NETO, E. G. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. **Química Nova na Escola**, 35, p. 112-122, 2013.

MOLINA, M. C.; FREITAS, H. C. de A. Avanços e desafios na construção da Educação do Campo. **Revista Em Aberto**, Brasília, v. 24, n. 85, p. 17-31, Abr. 2011.

OLIVEIRA, Henrique Rolim Soares. **A Abordagem da Interdisciplinaridade, Contextualização e Experimentação nos livros didáticos de Química do Ensino Médio**. Monografia (Curso de Licenciatura em Química) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza-CE, 2010.

OLIVEIRA, Filipe Silva de; SILVA, Arthur Borges da; SANTOS, Jucilene Santana. **A contextualização da Tabela Periódica para o ensino de Química.** 9º Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional- Aracaju SE, 16 a 20 de mai. de 2016.

SEDANO, Luciana. Ciências e Leitura: Um encontro possível. *In*: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

SOUZA, Maria Antônia de. Educação do campo: políticas, práticas pedagógicas e produção científica. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 29, n. 105, dez. 2008.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Simple thematic debate and debate between groups with questions: argumentation techniques in elementary school for learning atomic models

Bruno Elias Rocha Lopes*, Beatriz Machado Gomes**

Abstract

In the science, the emergence of new theories initiates a series of debates and discussions, until they prove to be true, demonstrating how argumentation is linked to scientific knowledge and practice. However, science education has distanced itself from this, exposing these theories as unique truths, not subject to discussion. The objective was to develop methodologies that would bring scientific arguments closer to the classroom. They were applied to the 9th years B and C of E.E.E.F.M. Cândido Portinari, Rolim de Moura - RO, where the techniques of simple thematic debate and group debate with questions were applied. In both techniques, students showed differences in performance in the tests, compared to the previous two months, a significant index of general satisfaction and showed improvement in the criticality and abstraction of the contents. Therefore, science learning becomes effective when approached by scientific practice.

Keywords: Meaningful Learning. Science teaching. Physics teaching. Methodology.

* Mestre em Ensino de Física, especialista em Biodiversidade da Amazônia, licenciado e bacharel em Ciências Biológicas; professor de Biologia da Secretaria de Educação do Estado de Rondônia (SEDUC-RO). E-mail: brunoerl@gmail.com

** Doutora em Geociências e Meio Ambiente (Unesp), licenciada em Química, professora adjunta da Universidade Federal de Rondônia (UNIR). E-mail: beatriz@unir.br

https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.12597
Recebido em: 24/05/2021; Aceito em: 04/11/2021
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introduction

Nowadays, in relation to science learning, it is possible to notice a departure from scientific practice and from Science itself. Daily in the school routine, the contents are presented in an inflexible and immutable way; the sciences and their postulates are seen as unique truths, conveying the idea that they were ready and unanimous, with no questions, counterparts or discussions being possible. Attached, yet, a reality faced by teachers, in schools, where problems of excessive workload, of nonexistent resources and determinations that must be followed and have been ignored (KRASILCHIK, 2000). Moreover, as the way this professional is formed, cause an impasse by a portion of the knowledge that would allow carrying out an analysis of reason of scientific's works, succeeding a discrepancy between their academic training and various requirements assigned (Fourez, 2016).

There is a conflict between this situation and the history of scientific practice and Science itself, since scientific theories and postulates, throughout the trajectory of science in its entirety, have been constantly criticized, discussed, exposed to trials and intensely debated, aiming to put forward understanding and subjecting recent discoveries to different situations, allowing an anaysis of the whiteness of their actions , adding the reason that several theories, at a given moment, were true, are no longer today, stating that, through arguments that supported and criticized them, Science is done.

It is defined argument, as referring to the associativity components which establish a relationship with the knowledge already present in the student, performing a key role in the development of explanations, models and theories (COSTA, 2008). Based on this definition, contact is that the argument is used as an important tool in the teaching learning of science, for the reason that science education aims to help the students to get involved, from the scientific work, with elaborate speeches. Teaching should allow the acquisition of ways and means of arguing by developing activities in class and associating them with discursive practices (DRIVER et. Al., 2000). Soon, there is the urge to form responsible citizens, able to use criticism to evaluate and distinguish the information received and passed on, which are aware of the actions' consequence as their own as others and skilled in preparing reasoned argument in the moment of make decisions (CACHAPUZ et al., 2005; COSTA,

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

2008), as the argument makes it possible to effect the institution of a school scientific culture (SASSERON, 2015).

When talking about argumentation, its importance and relevance for the scientific evaluation of the arguments and the way they are elaborated must be emphasized. By scrutinizing and observing the structure of the argument, realizing the path of formation of the argument, it is possible to find a foundation, which can trigger the discussion in class and be directed by the teacher. It is also believed that, during the discussion, the educator believes that accompanying measures are necessary, so that he can stimulate and support the construction of the argument (SASSERON and CARVALHO, 2013). However, there is one setback related to realization of activities that enable discussions in classes, as can occur difficulties found by the teacher to organize them, it is something that needs teacher preparation and student involvement to participate effectively in this way of learning, since the complexity of constructing an argument follows not only from a practice, but also from knowledge and contexts acquired during the discussion (LOPES; GOMES, 2020).

The development of this process ranges from the gradual adaptation to the adaptive management of students, to the listening process of colleagues, to the elaboration of their questions to systematize thoughts that lead to conclusions, so the monitoring and the form of the process are important for the carrying out this type of work (CAPECCHI et al., 2000). However, it is not just about a question to aware teachers about the discussion, is a tool that promotes the construction of knowledge of students and more meaning to them. This is also related to the teachers' awareness need for follow-up steps throughout the discussion process, in order to strive to stimulate their appearance in all situations present in the classroom (SASSERON; CARVALHO, 2011).

It is common knowledge that the story concerning the composition of matter is closely connected to the history of science and developed ment of scientific thought, noting that the concepts to improve and change up constantly, in front of it to as the field progresses trial, its complexity also increases. (LOPES; GOMES, 2018), making it possible to give the idealization of science a human dimension that is easy to understand, and to interpret it as an artifact worthy of appreciation (MATTHEWS, 1995). Therefore, the importance of studying such topics in elementary education is necessary to elucidate and understand better the scientific theories and ideas, and that argumentation use is an important tool. The current work aimed to syste-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

matize and develop two teaching methodologies using debates around the teaching of atomic models, having argumentation as the main tool for the learning process.

Methodology

The work is based on the elaboration and application of debate techniques and aims at teaching atomic models. To this end, we proceeded to a literature that were associated with the argument as a way of teaching science and priority was given to those who were concerned mainly content related to physics.

To understand how learning happens, we used the meaningful learning theory and the concept of subsumer, both elaborated by David Ausubel. Being applied in the ninth year of elementary school, these techniques aimed at the introduction to scientific debate, to analyze qualitative arguments developed by the students, verify the presence of a change in income in the classroom, improvement of participation in classroom and learning.

The techniques elaboration of the present work was based on the argumentation structure developed by Toulmin (2006). The main contents covered by the applied techniques were: Atomic Models by Dalton, Thomson and Rutherford-Bohr. However, they can be applied to other contents as long as satisfactory adaptations are made so that the proposals established by the teacher are fulfilled.The choice of debates as a way to develop this work, aimed to associate the student's learning with the discussions and debates that permeate the scientific environment. Aiming that, in addition to allowing the conflict of ideas between students at the same learning stage, the complexity of the theme will help to make the practice of constructing arguments viable.

Research subjects

The work was carried out at Candido Portinari State Elementary and High School, located in the municipality of Rolim de Moura - Rondônia, in Downtown, at Fortaleza Avenue, number 5550. Despite being a school located in the Center, its clientele is also formed by students who live in peripheral neighborhoods, such as Planalto, Industrial, Cidade Alta, Boa Esperança and rural students. The activities were carried out during the Science classes held in 2015.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

The classes that participated in the activities of this work were all from elementary school, who attended the afternoon period from 1:00 pm to 5:15 pm, with classes lasting one hour, two classes being worked in a row in all classes, per week.82 students participated, being the participating classes: the 9ºB which had 27 students, one of them from the rural area, with an age range varying from 14 to 17 years old and the 9ºC which has 29 students, one of them enrolled in dependency, having a 14 to 18 years old. 9ºB participated in the simple thematic debate and 9ºC developed the debate technique between groups with questions. These activities were carried out between March 16 and 27, 2015, a period that is part of the first bimonthly. The learning performance verification was performed based on the observation of the students' participation during the classes. The way like the arguments were analyzed varied according to the technique used and described below.

The simple thematic debate took into consideration: the arguments, the coherence and the participation of the student throughout the work. In the debate between groups with questions, the following were observed: the questions coherence with the contents and the relationship of the respective answers, taking into account the basis for both. The groups that performed the reports on the techniques of simple thematic debate, had the following criteria observed: the arguments' transcription presented throughout the debate, the way the technique and debates took place, and the conclusion that the group developed. The techniques were considered as a work, subject to grade, which was included in the average of the students of the two months in which they were applied.

The arguments that stood out during the application of the techniques, were recorded for later analysis, in the same way, data and arguments exposed during the activity of the reports prepared by the students were collected. There were register of observations on the students' conduct to establish a relationship with the technique's application.

To quantify the development of the work, an evaluation was established, where 0 to 4.0 points were awarded. In order to qualify the work, the unsatisfactory and satisfactory parameters were applied. When obtaining a score lower than 50% of the maximum value, they were considered unsatisfactory, those who obtained values above were considered satisfactory. In order to verify the students' learning, tests were applied, in the same bimonthly, with essay and objective questions about the work contents throughout the application of the techniques. The score was from 0

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

to 4.0 points, and the criteria of satisfactory and unsatisfactory, described above, were also used to analyze the tests.

The technique effectiveness was verified by making a comparison between a bimonthly that used the traditional model and the bimonthly where argumentation techniques were applied. This analysis was made from the percentage of tests that reached each of the students, in relation to the total of tests that were applied in the classes. Thus, the difference between the percentages of both bimonthly was observed to ascertain whether there was an impact on learning. The percentage values were obtained from a simple three rule.

Description of techniques applied in the classroom

Before application, the techniques were explained to students along with an introduction to the content. After this class, three weeks were given so that the students could prepare themselves for the application of the techniques, study to establish the necessary subsumer and look for the teacher, if they still had doubts.

Simple thematic debate

This kind of debate has a more direct and objective level of organization, being quite interesting for classes that have little or no experience with debates. Its proposed structure consists of dividing the students into two groups, where one of them will have to elaborate arguments to defend an idea and the other will go argue against on a previously defined and referenced theme, in this case, the content of atomic models. At the debate's time, they will not have access to any printed consultation material, only the notes they may bring and make at the debate's time.

Four classes were stipulated for the development of this technique and it was proposed that each student formulate questions (from 3 to 5 questions), being presented throughout of debate, by those who prepared them, directed to another student. It was not allowed that a student respond more than twice in a row. The students performed the replica and the rejoinder, after the previous step, with a time limit ranging from 40 seconds to 1.5 minutes, depending on the availability of time and the size of the class. The speeches were organized, so that there was no confusion to evaluate the arguments. The report was developed by a group of

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

2 students, which was written at the end of the debate, and which expressed a critical opinion about a conclusion. This work was the evaluation of this group in the technique. The students evaluation who debated was individual, taking into account both the questions they asked and their answers.

Debate between groups with questions

In the application of this technique, students formed 5 groups, from 4 to 6 students, and asked questions about the proposed topics. It is interesting to apply it in classes where students have little or no experience with scientific argumentation. This is justified by the simplicity of its elaboration as well as its execution and dynamics. A different theme was distributed to each group. The elaborated questions and answers given for correction, and it was suggested to the students not uses only the textbooks that used in the classroom for the elaboration of the questions, but should use other materials and resources such as internet and scientific dissemination magazines.

The questions were asked from one group to the another where the teacher directed who would answer them and each group answered only one question per stage. The students brought other reference materials to help them with the answers. The time for research and elaboration of the answer was 1 to 3 minutes and the groups that passed this time without giving an answer, lost their turn.

The group that answers should base its answer and explain it objectively, if it is wrong, the group that asked the question must present the answer and explaining it. Counter-argumentation was allowed. At that moment, the teacher should give time for both parties, less than the time given for the answer, and make the intervention by placing the points that each group argued and saying what would be the correct answer to the question. Throughout the debate, the teacher asked a question for all groups, where the group that found the answer first was taken into account, when it was wrong, it was considered the second group. This technique was applied in 4 classes.

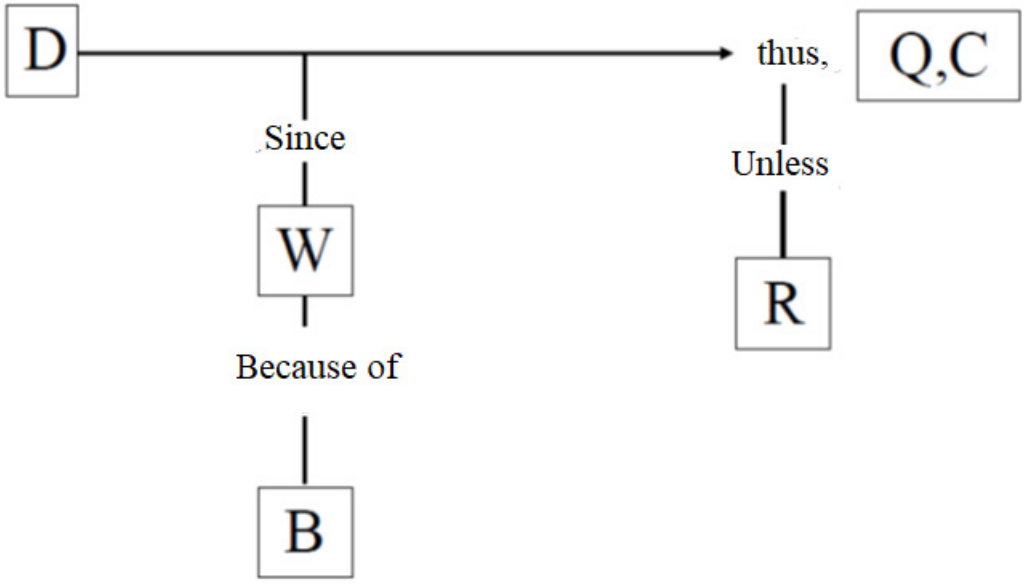
Analysis of the arguments structure

In order to evaluate the student, in relation to his argumentation, it was used the way he formulated his argument, how he exposed it and its structure, based on

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

the steps that make up the method formulated by Toulmin (2006) (Figure 1). The layout data (D) is taken as the content previously presented to the students. The instruments subject to evaluation, being the basis for the understanding of their argument, were justifications (W) and the supports (B) used by the students. The understanding of both stages, enabled the understanding of learning and interpretation, together with the relationship established with the conclusion (C) that was proposed. The moment the student deviates from the basic concept, or if he makes a mistake as to the conclusions (C) or data (D) and this moment was perceived by the teacher or by other students, both the possibility of correction by the teacher and others would occur students to use this as support (B) at the time of their argument.

Figure 1: Complete layout of Toulmin's argument. Source: Toulmin, 2006. p.150.



It is possible to incorporate Ausubel's Meaningful Learning into the Toulmin's method. According to Lopes and Gomes (2020), to build an argument the student needs to be based on a theory or statement, as it would be the starting point of their questions and assertions, this refers to the data (D) of the argument, where they will be present in the students' subsumers, because from them the arguments will

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

be formed. The conclusions (C) that the student will defend, will originate from the "anchorages" made in the subsumers, because what he has learned can explain the data (D). When formulating their justifications (W), the student will make use of several subsumers, connecting them, allowing them to expand, relating knowledge which generates new knowledge.

If the student does not elaborate his argument clearly or does it in an incomplete way, having a problem in understanding the atomic models or some gap, he demonstrates the possibility that this learning may not have become significant, enabling another student to elaborate his counter-argument based on in that, allowing both to notice this mistake and restructure the concept. If this does not occur, the teacher's interference is valid in order to clarify these errors and not to discourage or interfere in the student's argument structure.

Report of the application in the classroom

When presenting the activities, some students had a negative reception regarding the techniques development, claiming shame or not having enough ability to speak in public. However, when explaining about the techniques, interest emerge. It was explained that one of the works objectives was to learn how to formulate an argument based on their learning, and that there is no reason for laughter, because everyone is there to learn to develop skills to build arguments, so mistakes or small mistakes are common, because of the lack of argumentative practice. It was also said that the teacher would help them to develop these skills.

Twenty-one days were given to students get prepared, after the moment that the teacher explain how the techniques works. They were instructed to study the theme, thus being able to establish subsumers, to base their arguments, and, in those requested, prepare the material they would use in the activities. Establishing a relationship between the preparation through the study, with the ideas of Ausubel, it is noted that this action would have the objective of creating necessary subsumers for the development of the work (MOREIRA, 1979) or else, to establish relations of the new knowledge, with something that they already know (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010). Allowing these established subsumers to function as the data (D) of your argument, generating the formulation of your justifications (W).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

The grade factor also influences the students, given that some students expressed fear of stuttering or making a mistake, which could negatively affect the assessment. It was explained that the important thing was to have a well-founded argument, showing your reasoning and learning, thereby defending your conclusion (C) and presenting your justifications (W) or a refutation (R). As for the search for work guidelines, the simple thematic debate technique had little demand. Due to its simpler format, few students had doubts, the most common ones being related to the content.

In the class in which the technique of debate between groups with questions was applied, the students sought out the teacher to correct the answers of developed questions and answer questions about how they would elaborate the questions. Some students, questioned about the possibility of creating questions with multiple choice alternatives, it was not allowed, since the focus of the methodology was the elaboration of arguments as an answer and a question with alternatives would not allow this. Of the corrected answers, some had inconsistencies, distortion in relation to what the question asked and the answer content.

The use of support materials, in addition to the presentation, was restricted. This would tend to the student just reading the text, which does not match the proposal of the work, as soon as the student would not use his own words or formulate an argument, he would just reproduce the part of some work or content available on the internet.

As for the grade, it was clarified that it would be done according to the group's performance, due to the need for everyone to participate and to stimulate discussion among members. Another concern was related to the questions that the teacher would ask and what they would approach. In this question, it was explained that they would be focused on the content that each seminar would approach.

The group responsible for the report asked about the content and what they should approach in it. It was explained, that the report should contain a literal report of the facts that occurred during the works execution, containing details about what was accomplished by the groups and events that stood out the most. They were asked to draw up a final conclusion and to express their opinion on the work of the groups. Most questions were asked during the first few days, after activities were spent in the classroom. As the application date approached, the frequency with which students sought out the teacher decreased.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Techniques execution in the classroom

Simple debate on the rutherford – bohr model development

The development of this activity occurred in the 9ºB class, in 2015. Six classes were used over three weeks. The theme worked on in this activity was the Rutherford - Bohr model. At the works beginning, a problem found was the understanding of the activity, as the students came prepared with questions and answers, and when starting the work they asked questions about the content, instead of debating on the subject. As a result, work was interrupted to clarify the proposal and the functioning of a debate. It was explained how it is a debate and the importance of the argument exposed by them, after this explanation was given a week, for the students to prepare themselves and, in the following classes, the activity was resumed. Due to this problem, there was a need to extend two classes beyond the four classes that were planned.

Even though the proposal of the works was simple, some kind of problems with the students' comprehension were expected. The lack of opportunity to express themselves, whether at school works or during classes, creates this type of situation. A debate is something new for students, at that moment, it is necessary to explain that they have the right to speak, whatever they think is correct, as long as it is based in science. The evaluation structure applied in the school, based on written tests or printed research papers, does not generate any kind of stimulus for a more active student's participation.

Analyzing the arguments' structure present in this technique, according to the work of Toulmin (2006), when applying the *layout* of the argument we note that the data (D) used by the students are the statements that support the Rutherford-Bohr model as the electrosphere, the space or void between the nucleus and the electrosphere and the electron orbit.

When observing the conclusion (C), we realize that it vary according to the group's objective. The group that intends to defend the Rutherford-Bohr model, has the conclusion (C) that it explains the atom and related phenomena, while the other group has as conclusion (C), that this theory is insufficient to explain the atomic phenomena or, as some students have argued, it contradicts their experience with the real world. In this situation, the refutation (R) of a group, become the supports

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

(B) that another group, will use them to support their justifications (W) or become the justifications themselves (W).

The group responsible for the report, had its argument reported in writing in the conclusions of the same. When applying the *layout* to this group's proposal, the data (D) presented are the reports described throughout the body of the works, with the conclusion (C) being the final students opinion in the group, whereas the guarantees (W) presented are the reasons and personal criteria established by the group that were supported (B) by the observations made for the production of the report.

When evaluating an argument, using the Toulmin method, Sasseron and Carvalho (2013) say that the method is based on the logical structure of the argument, rather than contextual questions, not providing a standard for evaluating the argument. Therefore, the arguments presented by the students, have their evaluations based on the criteria that the teacher stipulates, according to the proposal for the group.

In the first moments of applying this technique, there was a need to clarify, that each student would have a specific time to speak and there was no need to interrupt the colleague. These interventions were necessary, because the students exceeded the established time to form their argument. As the work progressed, these situations decreased. This fact agrees with Capecchi et al. (2000), where they registered a similar difficulty in organizing a debate in the classroom. The students who had their arguments interrupted were given an extra time to complete their reasoning.

A point that was emphasized by the teacher is that all students present should exhibit their arguments, so that the assessment could be made, however there were those who were reluctant to do so, even though making it clear that the assessment would be individual. Few students were disinterested in carrying out the activity, after its beginning, they demonstrated flawed arguments, with conceptual errors, fruits of the lack of preparation, due to their lack of objectivity with the works, presenting average arguments.

The students' understanding, in relation to the Rutherford-Bohr model, was satisfactory in terms of: understanding of the basic structure of the model, position of the nucleus and the electrosphere, circular movement of electrons, the electronic levels that form the electrosphere and its sub- levels and the positioning of subatomic particles. Students who presented arguments with better satisfaction rates, between 3.5 and 4.0 points, totaled 36%, presented support (B) that supported

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

their guarantees in a coherent and grounded way (W) in order to prove that their conclusions (C) were correct.

However, there were mistakes in the arguments regarding the principles of the models: one related to the charges of subatomic particles, where two students in the group that questioned the Rutherford-Bohr model, said that neutrons have a negative charge and the other with the Valence layer, where a student who participated in the group that defended the model ideas, mentioned that the sub-level "Q" supported only two electrons. The argument was allowed to be exposed until the end, to wait if any other student would manifest to argue about the error. In the first case, a student from the other group identified the failure and reported it in his argument, in this situation, the students who made the mistake, justified themselves by saying that there was a confusion when speaking. In the second case, no student realized the mistake, so the teacher intervened saying that this sub-level would support up to eight electrons. The student justified himself by saying that he had studied for a very old book, which said that this layer had up to two electrons.

Situations where the student makes mistakes are shown to be important, as these errors can affect their subsumers and also harm their arguments, because according to Villani and Do Nascimento (2003) the argumentation is constituted of a specific set of directed positioning's, which can be expressed in one or more statements. If this positioning is based on erroneous knowledge, it affects the validity of its justifications (W) and its support (B), compromising the strength of its conclusion (C) before the interlocutor, which would also affect its subsumers, becouse the student would be "anchoring" a flawed knowledge.

In the situation shown in Chart 1, we observed that Student A used an example through a common action, relating to his learning, to support an argument that questioned a theory. Using the Toulmin (2006) *layout* , the student made use of a common act as support (B) that supported the guarantee (W), using it to ask the question as a refitation (R) for the model.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Chart 1: Excerpt from the 3rd class of the Simple Thematic Debate on the Rutherford-Bohr Model application

Debate stage	Interlocutor	Statement (Argument Stage)	Stage of the Argument
1	Student A	*If the atom has an empty space, why when I hit my hand on the table does it not pass through the table?* (R) [After doing this the student tapped the table to illustrate his question. (B)]	Question / Refutation (R) Support (B)
2	Student B	*There is no way for this to happen* (W) *, because the atoms are connected to each other by a chemical bond, as this bond is very strong there is no way for them to pass* (B) .	Justification (W) Support (B)

Source: Own author.

When analyzing the student's question and attitude, it is clear that he used one of the knowledge linked to the subsumer, related to Rutherford's theory, to question the existence of the empty space between the nucleus and the electrosphere. Therefore, this moment can be considered, a positive aspect of the technique's application, as it translates to a moment that could happen in a real scientific debate, where he questioned a theory, conflicting it with a real situation, demonstrating the understanding of scientifically criticizing.

Then, during the replication, the Student B tried to explain with his answer, the cohesion force that the atoms have through chemical bonds, with that he related two subunits that, at first, would not be directly associated. He listed supports (B), which were not directly linked to the original data (D), to support his guarantees (W) in a way, which was not present only within the study of Rutherford's atomic model, but related to Chemical Bonds . Establishing this connection between two different subsumers, he gave greater strength to his conclusion (C).

The group responsible for the report was positioned close to the teacher, in order to facilitate any questions they could ask. Their most frequent doubts were: what should be included in the report, its structure, whether the text should include everything literally or if they could be transcribed, with their words and their interpretation. It was clarified that the body of the report should contain the most reliable record possible and make a conclusion. The delivered report showed the detailed debate description, exposing the data (D), which supported the discussions between the teams and also the conclusions (C), which each supported with their guarantees (W) and support (B). They also included the speeches that the professor

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

made, in the conclusion a groups' performances and a criticism of the moments of interruption and extrapolation of time analysis was perceived, it was also reported what the group learned about the Rutherford-Bohr atomic model. Soon after the assessment, the report was returned to the group.

In Table 1, there was a drop of 11%, in relation to the two months in which traditional teaching techniques were applied, when related to the bimonthly in which the argument was applied. According to the students, they found it interesting and different to use debates as learning techniques, however they claimed that the subjects of the subsequent bimonthly were simpler to be understood, but that they would like to hold new debates.

Table 1: Evaluation of 9ºB students in relation to performance

9ºB 2015	School Work		Test		
Bimonthly	Satisfactory	Unsatisfactory	Satisfactory	Unsatisfactory	Did not participate
With argumentation	100%	0%	67%	33%	-
Tradicional	-	-	78%	18%	4%

Source: Own author.

It was expected that, when test's were applied, students would perform better when related to traditional teaching techniques. The interaction and participation of students with each other, as well as the exposition of learning, based on the articulation of arguments, allows us to understand that there was a better content understanding, as Costa (2008) affirms that proper skills of argumentation development it is relevant to science learning. In addition, moments like those provided by these techniques, solve the problem of the lack of opportunity to practice the argument as quoted by Driver et. al. (2000). However, it is clear that, although the performance of the activity did not reflect in the tests, the students showed interest in carrying out the technique again, showing that it becomes motivating for the science teaching-learning process, encouraging students to seek information to formulate more complex arguments and question colleagues, thus stimulating the student's criticality.

The technique proved to be satisfactory in relation to the work objectives, as shown in the job satisfaction index in Table 1. Even though it did not reflect this performance in the written evaluations, there was participation of all students in the class. After the application of the debate, there was an increase in the participation of students,

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

throughout the classes, asking more questions and observations in relation to the contents explained, when compared before the debate application.

Debate between groups with questions

This activity took place at 9ºC, in 2015, over four classes, distributed over two weeks. The activity started after the groups were positioned in the room and the organization of their materials for consultation. Among them was his textbook, and his presence was questioned by the teacher. They justified their presence, saying it was a source of consultation that they already had available and easily accessible.

Other sources of consultation present were: printed materials from internet sites, which the ease of access and availability were the justifications for its use, however few groups stated to verify the content of this material. There were other textbooks, most of them from high school and others from elementary school, whether they belonged to someone in the family or were available in the school library.

The use of materials for consultation, is a resource where students will be able to extract their support (B), this allows their guarantees (W), to be elaborated with a better foundation. This gives greater reliability to the student, who feels more secure with the support (B) provided by his sources, to discuss possible refutations (R) that may be presented. However, materials whose sources are unreliable, such as Internet sites without origin, weaken the support (B) and the basis of a guarantee (W), when it is subjected to a refutation (R) structured in support (B) of greater credibility, such as books by renowned authors.

Applying the Toulmin method in this technique, we have the data (D) as the postulates that rule the models, which served as a basis for elaborate the questions. The conclusions (C), would be the answers elaborated for the questions, because they are being put to the test in the arguments exposed by the students. The guarantees (W) are the placements that support the answers established by the students, with the supports (B) coming from the bibliographies used. In this technique, the refutation (R) come from the disagreement about the answer presented, which is represented by the supports (B) used by the other group.

It is possible to understand the meaningful learning in this technique's stage. For the questions elaboration, it is necessary that the student resort to subsumers and analyze them to elaborate the questions, because to be able to elaborate a question

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

it is necessary, that the object of study is clearly understood and to be able to establish connections with other subsumers to increase the its complexity. In order to formulate the answers, it is necessary that he resort to his subsumers, to be able to find the necessary supports (B), in the consultation materials, to formulate his guarantees (W), and validate his argument.

As for the beginning of activities, there were no problems, demonstrating clarity regarding for understanding the technique. This, possibly, is due to the fact that the system based on questions and answers is something so much familiar to the students, because it is something that has been worked throughout of school life. However, some problems were noted during the activity. There were groups that read excerpts from the materials, instead of formulating a response based on various sources, thus evading the works' proposal. An intervention was made, clarifying that its guarantees (W) should have the bibliography as an instrument to generate support (B), because that would not be an argument, but a reading of information.

The students showed difficulty in understanding this point, since the lack of habit to using sources for elaborate and base a single answer, was not something common in their reality, as the activity was carried out, the students were able to elaborate their answers more clearly, improving the structures of their arguments. This improvement, agrees with Sasseron and Carvalho (2013) when they say that a discussion can be triggered and sent in the classroom by the teacher, stimulating and favoring the use of arguments, soon this process is noticed when then formulating an answer based on quotes , or supports (B), the other group can accept it or present a refutation (R), thus creating a debate, which originated, in common objects in a class, which are questions and answers.

After the question was asked, sometimes repeated, time was given for searching and answer's formulation. When extrapolation of time occurred, they were advised to stop the searching and respond. After a period of development of the technique, it was noticed that the groups that asked the questions, tended to interrupt the group that was answering before the end of their argument, when it proved to be correct. At that moment, the teacher intervened, explaining that there must be respect regarding the argument exposure, because the idea is that the whole argument be exposed, to see if it was satisfactory or not. Throughout the work, some groups asked questions for the teacher, related to: formulation of questions, disagreement about the idea exposition, error in the answer formulated by the group that asked

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

the questions and alliances and agreements between groups, to take some kind of advantage.

As for question's formulation, the most frequent questions were: about their clarity and questions interpretation, was requested to the groups were asked to repeat the questions again, in a specific case there were some questions that were not corrected as the teacher suggested, maintaining a confused and unclear feature, in this situation the group that answered the question was given an advantage, as it identified the error.

There were cases (Chart 2) that the group used different terms in an answer or based its answer on guarantees (W) and used different supports (B) than the other group that asked the question had used (Stage 2). The group that asked the question did not accept the justifications (W) presented as an answer and the support (B) linked to it (Debate stage 3).

Chart 2: Excerpt from the debate between the groups of the Rutherford-Bohr model and Dalton's model on the electrosphere

Debate Stage	Interlocutor	Statement (Argument Stage)	Stage of the Argument
1	Student A	*According to the Rutherford-Bohr model, where are the electrons?*	*Question*
2	Student B	*They are orbiting in the electrosphere layers* (C).	*Conclusion (C)*
3	Student A	*Wrong, they are at the electrosphere levels (R)*	*Refutation (R)*
4	Student B	*No, they are layers* (W), *because in the book it is saying that the electrons are located at the electrosphere layers* (B). *So that's right*	*Justification (W) Support (B)*
5	Student A	*But, in mine it is saying that "the levels of the electrosphere hold the electrons of the atom"* (B)	*Support (B)*
6	Teacher	*You can consider the correct answer, because the electrosphere levels and electrosphere layers are the same thing.*	*Teacher interference*

Source: Own author.

The groups were allowed to debate and argue present guarantees (W) that would more effectively validate the conclusion (C) that they wanted to reach, and the supports (B) that supported them (Debate Stage 4 and 5). After that, the professor explained that it is common for there to be different terms or explanations for the same idea and that the answer could be considered correct (Debate Stage 6).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Some groups, even after the correction made by the teacher, maintained errors in their feedback, in this situation the groups were allowed to debate, so that each could argue and after the discussions, the teacher clarified the error present in the group's response and, when presenting the arguments certain, gave the advantage to the group that responded.

In the cases of forming alliances between groups, to take advantage of questions in relation to others. When this situation was presented to the teacher, the students' attention was drawn through dishonesty towards the teacher and classmates. It was said that the objective of the activity was learning and discussion and if this were repeated they would have points subtracted. After that, no other problems of that order occurred again.

The questions asked by the students had several themes, such as: the Atomic Models structure, the atoms functioning in each model, formulations of theories and experiments related to them and questions focused on the historical character of the models, all of them prioritizing the data (D) that would be their arguments key points. There was an emphasis on a question that the student asked to establish a relationship between the electron evolution movement of the Thomson model in relation to the Rutherford-Bohr model, this question being considered of a somewhat high complexity, but well elaborated. When answering this question, the group used supports (B) from the structures of the two models to support their guarantees (W). The justifications (W) presented reported the difference between electron movement. The supports (B) were related to the Thomson model, where electrons were embedded in the atom surface and in the Rutherford-Bohr model, where they were organized along the electrosphere performing an orbit. Some questions asked had a scientists' biographical character who elaborated models as well as others at historical moments of the time, when asked, these questions were canceled, as they were out of context or were not discarded as suggested.

When comparing the tests results (Table 2), we see a difference of 45% in relation to one bimonthly to the other. Despite the subjects being different, the students reported that those from both quarters were of equal difficulty. The students claimed that when developing this technique, it became simpler to elaborate answers, formulate reasoning to find the correct alternatives and to interpret the questions. This agrees with Costa (2008) that the argument is relevant to the teaching-learning process.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Table 2: Evaluation of 9ºB students in relation to performance

9ºC 2015	School Works			Test	
Bimonthly	Satisfactory	Unsatisfactory	Did not participate	Satisfactory	Unsatisfactory
With argumentation	76%	21%	3%	69%	31%
Tradicional	-	-	-	24%	76%

Source: Own author.

Although some students have an unsatisfactory participation, and others do not participate, as shown in Table 2, the work aroused the interest of class majority and had a good level of satisfaction. The students showed animation when performing the activity, as it was seen as a game of questions and answers, which favored the participation and involvement of students with the proposal.

After applying the technique, students became more questioning. Asking more questions, throughout the classes, and also asking questions, more complex and better elaborated. Leading to the conclusion that, when formulating questions and observing the questions of colleagues, this skill was developed, reflecting in the daily life in the classroom, even after the end of the technique application.

Conclusion

Developing and applying techniques that make use of argumentation proved to be a challenge. The absence of moments where students can express their opinions and create arguments, increases the difficulty, adding to an educational system that is structured in classes, mostly expository, reducing the forms and ways of interaction of the student. Therefore, skills such as argumentation and criticality are in the background. This makes the training of students, especially aimed at taking exams and tests for future admission to colleges, passing a public exam or integrating government indexes.

The teaching and learning process must extrapolate tests, according to Costa (2008), it allows the development of a responsible citizen with critical skills, who are able to evaluate information received and passed on, having the knowledge that the actions of others and yours can cause impacts, being able to elaborate arguments based on the moment of making decisions. Therefore, agreeing with Driver et. al. (2000), teaching should, by carrying out activities throughout the classes, give access to different ways of arguing and associate them with discursive prac-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

tices. Soon, the teaching that uses argumentation goes beyond the content in the classroom, aiming at the formation of critical citizens, who are able to contribute to the daily life around them and not just do tests and tests.

The application of techniques that make use of argumentation, in classes that did not have this experience yet, found this challenge, since the subsumers related to the contents of atomic models were absent and the skills and practice in formulating the argumentation were non-existent, made it necessary to preparing students with classes related to the contents and explaining the techniques so that they could be developed.

The simple thematic debate, where two groups act on a theme, applied in 9ºB, was not improved in the satisfaction indexes, having a drop of 11%. This generated a controversial one, due to the expectation of improvement with the application of the technique. However, the students' justification, saying that they found the content that came next easier, and that they would like to perform the technique again, demonstrated its validity and that, despite not showing improvement in the grade, it showed results in the classroom , where the participation of students and the number of questions increased during the classes, these questions being more critical.

The debate between groups with questions, at 9ºC, being a technique that was easy to execute, proving to be simple and easy to understand, with few doubts about its functioning because it is based on groups that elaborated questions on their topic, to be answered by another. Despite the students' difficulty in formulating questions, due to errors in the question structure itself, it proved to be satisfactory. There was an improvement of 45% in the satisfaction rates of the written evaluation notes, when compared to the two months where the classes were expository. This technique showed its benefits beyond the tests, making students more participative throughout the classes, with more elaborated and better structured questions. The students claimed that, when asking questions, understanding the questions present in tests and activities became easier.

Despite the difference between the comparison rates, the use of argumentation techniques proved to be effective, not only in terms of grades in written evaluations, but in the classroom daily. The improvement in the participation of students, in their criticality, in arguing and structuring their argument, shows that a change in pedagogical practice in the classroom brings an improvement that goes beyond

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

the tests, but extends in the students' attitudes towards the school and the class, revealing that addressing techniques that allow the student to participate more effectively in the class and interact with knowledge, show positive and effective results.

Debate temático simples e Debate entre grupos com perguntas: técnicas de argumentação no Ensino Fundamental para aprendizagem de modelos atômicos

Resumo

Em ciência, o aparecimento de novas teorias inicia uma série de debates e discussões, até elas se provem verdade, demonstrando como a argumentação está ligada ao conhecimento e ao fazer científico. Contudo, o ensino de ciências distanciou-se disso, expondo essas teorias como únicas verdades, não passiveis de discussões. Objetivou-se desenvolver metodologias que aproximassem as argumentações científicas da sala de aula. Foram aplicadas aos 9º anos B e C da E.E.E.F.M. Cândido Portinari, Rolim de Moura – RO, onde foram aplicadas as técnicas de Debate temático simples e Debate entre grupos com perguntas. Em ambas as técnicas, os estudantes apresentaram diferenças de rendimento nas provas, comparadas ao bimestre anterior, um índice significativo de satisfação geral e apresentaram melhora na criticidade e abstração dos conteúdos. Logo, a aprendizagem de Ciências se torna efetiva quando aproximada do fazer científico.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa. Ensino de Ciências. Ensino de Física. Metodologia.

References

CACHAPUZ, António et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. 2005. Disponível em: http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17569/material/T.5- %20A%20NECESS%C3%81RIA%20RENOVA%C3%87%C3%83O%20DO%20ENSINO%20DAS%20CI%C3%8ANCIAS.pdf.

CAPECCHI, Maria Cândida Varone de Morais; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; SILVA, Dirceu da. Relações entre o discurso do professor e a argumentação dos alunos em uma aula de Física. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-15, 2000.

COSTA, Ausenda. Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objectivo pedagógico fundamental. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 46, nº 5, p. 2, 2008.

DRIVER, Rosalind et al. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science education**, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.

FOUREZ, Gérard. Crise no ensino de ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2016.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

LOPES, B. E. R.; GOMES, B. M. Dos filósofos gregos a Bohr: uma revisão histórica sobre a evolução dos modelos atômicos. **Revista Ifes Ciência**, v. 4, n. 2, p. 701, 2018.

LOPES , B. E.R.; GOMES, B. M. A RELAÇÃO ENTRE A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E A ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS. **Educação Básica Revista**, *[S. l.]*, v. 6, n. 1, p. 95-106, 2020. Disponível em: http://www.educacaobasicarevista.com.br/index.php/ebr/article/view/13. Acesso em: 11 set. 2020.

MATTHEWS, Michael S. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MOREIRA, Marco Antônio. A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização de conteúdo de Física. **Revista Brasileira de Física**, v. 9, n. 1, p. 275-292, 1979.

OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudio José de Holanda. **Teorias de Aprendizagem.** Porto Alegre: UFRGS, 2010.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola***. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências***, Belo Horizonte,v. 17, n. spe, p. 49-67, 2015.

_____; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

_____; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ações e indicadores da construção do Argumento em Aula de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, p. 169-189, 2013.

TOULMIN, Stephen. **Os usos do argumento**. Trad. Reinaldo Guarany. 2006.

VILLANI, Carlos Eduardo Porto; NASCIMENTO, Silvania Sousa do. A argumentação e o ensino de Ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de Física do Ensino Médio. **Investigações em ensino de Ciências,** v. 8, n. 3, p. 187-209, 2016.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Propostas de ensino sobre o tema produção de açúcar no processo de ensino e aprendizagem da química do período de 2000 a 2020 no Brasil

Carlos Neco da Silva Júnior*, Luana Priscila da Silva**

Resumo

A produção de açúcar é uma atividade econômica importante para o Brasil e, portanto, um tema que possibilita ser abordado a partir de diferentes disciplinas na educação básica. Neste trabalho, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica que investiga propostas abordando esse tema em revistas e eventos na área de educação e ensino de ciências a partir de dois portais acadêmicos, o periódico CAPES e o Google Acadêmico. A busca foi realizada compreendendo um período de vinte anos e utilizando palavras chaves que relacionam açúcar, educação/ensino e química, resultando em aproximadamente seis mil quatrocentos e oitenta nove (6.489) trabalhos. Após análise e refinamento foi possível observar que somente vinte e três propostas se alinhavam com o objetivo principal do estudo que era a investigação do tema produção de açúcar no processo de ensino e aprendizagem da química. Para essa investigação a análise de conteúdo serviu como suporte aos textos ajudando a apontar três categorias, tais como, o uso do tema açúcar para: *(i) Diminuir a fragmentação de conteúdos relacionando conceitos a mais de uma área de conhecimento; (ii) promover ênfase nos aspectos histórico-culturais, a partir de uma contextualização social e refletir sobre a prática pedagógica e (iii) mostrar as possibilidades de reestruturação curricular e metodológica que levem à melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem.* Os resultados obtidos dão suporte à visão de que as atividades podem ser desenvolvidas em relação a diferentes estratégias de ensino com estudantes de diferentes níveis. De forma geral, foi possível identificar que a busca contribuiu para ampliar as discussões sobre as possíveis formas de abordar o tema na área de ensino de ciências, contribuindo para o avanço das reflexões práticas e teóricas não só da Química, mas de outros componentes curriculares.

Palavras-Chave: Produção de açúcar; contexto; cana-de-açúcar e Ensino de Química.

* Doutor em Química com tese na área de ensino de química pela Universidade Federal do Rio grande do Norte. Professor do Departamento de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Docente do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (Mestrado Profissional), do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (Mestrado e Doutorado Acadêmico), Mestrado Profissional em Química em Rede (PROFQUI), todos na UFRN, e coordenador do curso de licenciatura em química da UFRN na modalidade à distância. E-mail: carlos.neco@ufrn.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9015-1934

** Mestranda em Ensino de Ciências no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (Mestrado Profissional) da Universidade Federal do Rio grande do Norte. Professora da Educação básica no Estado da Paraíba. E-mail: luana.silva.065@ufrn.edu.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9135-3738

https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.12756
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
Recebido em: 16/07/2021 – Aceito em: 05/01/2022
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

A produção de açúcar é considerada uma das atividades econômica mais antiga do Brasil e está relacionada aos principais eventos históricos do país. Conforme MAPA (2007) a cana-de-açúcar foi trazida ao Brasil em 1532 por Martim Afonso de Sousa, e passou a ter significativa importância no cenário brasileiro. Inicialmente, seu principal polo de produção era a Zona da Mata nordestina, tendo depois se expandido pela região Sudeste, notadamente no Estado de São Paulo. O fato é que temos um produto muito comum, mas pouco conhecido por nós mesmos e pelos estudantes brasileiros de forma geral. Ter conhecimento deste percurso histórico, incluindo aí aspectos sociais e tecnológicos sobre o consumo e produção do açúcar, bem como, sua finalidade é parte importante para a construção de uma compreensão crítica sobre o tema. Segundo Le Couteur e Burreson:

> O açúcar está presente em grande parte do que bebemos e em grande parte do que comemos. Nossos filhos preferem guloseimas açucaradas. Tendemos a oferecer comidas doces quando recebemos convidados — a hospitalidade não mais significa a partilha de um pão. Iguarias adocicadas e balas estão associadas aos principais dias santos e festividades nas culturas do mundo inteiro (2006, p.71).

De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (2020) quase todos os estados brasileiros produzem cana-de-açúcar, mas o estado com maior produção ainda é São Paulo. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar apresentando grande importância para o agronegócio brasileiro, seguido pela Índia, e o maior exportador mundial seguido pela Tailândia (CONAB, 2020).

A abordagem de conteúdos escolares a partir do contexto produção de açúcar permite propor práticas pedagógicas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares favorecendo a aprendizagem. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2017) esse tipo de contexto pode se configurar como interdisciplinar e fortalece a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem. *"É na proposta de condução de cada disciplina e no tratamento interdisciplinar de diversos temas que esse caráter ativo e coletivo do aprendizado afirmar-se-á"* (Brasil, 2000, p.7).

Perin e Malavasi (2019) revelam que a interdisciplinaridade está vinculada com a formação docente. Em uma sociedade contemporânea em rápida mudança,

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

essa palavra desperta expectativas positivas para os educadores, em direção aos tradicionais problemas disciplinares e uma educação fragmentada, incapaz de atender às demandas de um ensino globalizado. A interdisciplinaridade é definida como a interação existente entre duas ou mais disciplinas. Essa definição é ampla mais ainda não é suficiente nem para fundamentar práticas interdisciplinares nem para pensar em formação interdisciplinar de professores, já que é abordada em seu aspecto geral, de forma fragmentada, sem conexão com a essência do objeto, o que dificulta sua compreensão. Para as autoras sua incorporação na educação brasileira é algo recente, que passou por mudanças vinculadas aos acontecimentos presentes na sociedade.

Segundo De Abreu e César (2015, p.163*) "os termos contextualização e interdisciplinaridade cresceram a partir de 1999, resultado das discussões sobre a Lei de Diretrizes e Bases (Brasil, 1996) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 1999)."* Em relação à contextualização, o trabalho de Abreu (2010) faz uma análise de como os conceitos de contextualização e cotidiano no ensino de química tornam-se interligados e associados a diferentes significados. A autora apresenta os discursos sobre a contextualização e o cotidiano presentes nos componentes curriculares da comunidade disciplinar de ensino de Química e nos documentos oficiais. Para ela, a contextualização e o cotidiano ganham especial destaque no meio acadêmico, pois a aproximação e a interação entre o conhecimento químico e o cotidiano ou a vivência social são considerados imprescindíveis para um ensino de química.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (Brasil, 2000) o ensino de química visa contribuir para a formação da cidadania e, dessa forma, deve permitir o desenvolvimento de conhecimentos e valores que possam servir de instrumentos mediadores da interação do indivíduo com o mundo. Consegue-se isso mais efetivamente ao se contextualizar o aprendizado, o que pode ser feito com exemplos mais gerais, universais, ou com exemplos de relevância mais local, regional. O tema produção de açúcar se ajusta a contextualização, pois conforme Le Couteur e Burreson, (2006, p.71) o açúcar é um importante item comercial e continua a moldar a sociedade humana.

A abordagem desse tema, composto dentro da área da bioquímica, que por si só já se caracteriza como uma área interdisciplinar tem como estrutura básica conceitos

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

que envolve a biologia e a química, favorecendo a contextualização em diferentes âmbitos como, por exemplo, a abordagem de temas sociais, as questões que envolve a nutrição e os temas ambientais. Essa área também se caracteriza como repleta de possibilidades de abordagens, mas muitas vezes é limitada ao uso do livro didático em sala de aula sendo ainda pouco abordada no Ensino Médio.

Segundo Francisco Junior (2008) os Livros didáticos de Química em nível médio geralmente abordam a Bioquímica de forma superficial, apresentando sérios equívocos conceituais. Para ajudar na abordagem desse tema, por exemplo, o autor apresenta em sua proposta as principais características e funções dos carboidratos, bem como algumas atividades experimentais para o estudo de características físicas e químicas que, de certa forma, contribuem para uma mudança que favoreça um aperfeiçoamento no processo de ensino aprendizagem.

É com base nessas ideias que o presente artigo tem por objetivo investigar o uso didático do tema produção de açúcar procurando identificar quais as principais contribuições do tema no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos da educação básica, com foco na química, por meio de um levantamento bibliográfico de propostas de ensino a partir de dois portais de busca acadêmica, o portal de periódicos CAPES e o Google Acadêmico, o que possibilitou também a busca em revistas nacionais da área de Ensino de Ciências do Brasil e eventos da área de educação e ensino de ciências, tais como: O Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC); o Congresso Nacional de Educação (CONEDU); Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciência (CONAPESC) e o Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ).

Metodologia

Este é um trabalho de métodos qualitativos com caráter exploratório e procedimentos bibliográficos. Segundo Heerdt e Leonel (2007, p. 63) *"o principal objetivo da pesquisa exploratória é proporcionar maior familiaridade com o objeto de estudo"*. Já a *"pesquisa bibliográfica é aquela que se desenvolve tentando explicar um problema a partir das teorias publicadas em diversos tipos de fontes"* (Heerdt e Leonel, 2007, p. 67).

De acordo com esses autores quando uma pessoa deseja apenas ter mais conhecimento ou certo grau de familiaridade com um determinado assunto, ela pode

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

realizar pesquisas bibliográficas em nível de pesquisa exploratória; ao construir problemas ou questões de pesquisa, pode fornecer aos pesquisadores informações mais precisas, e apoiar a análise e discussão dos resultados da pesquisa empírica (Heerdt e Leonel, 2007).

Para Gil (2008, p. 27) *as "pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato"*. Segundo esse autor, o principal objetivo da pesquisa exploratória é desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores (Gil, 2008, p. 50).

Dessa maneira, o instrumento de coleta de dados desta pesquisa se constituiu a partir da seleção de artigos e trabalhos publicados em periódicos e eventos nacionais/regionais sobre uso didático do tema produção de açúcar. Para isso, foi realizada uma investigação no intuito de selecionar propostas publicadas em versões online compreendendo o período entre os anos 2000 a 2020. A primeira etapa desse processo corresponde à exploração na internet para localizar o material bibliográfico. Assim, os dados foram coletados no período entre outubro de 2019 e novembro de 2020 concentrando o levantamento nos seguintes portais de busca: Periódicos CAPES (disponível em: www.periodicos.capes.gov.br) e Google Acadêmico (disponível em: http://scholar.google. com.br).

O periódico CAPES é um portal que entrou em funcionamento em novembro de 2000 com a finalidade de facilitar o acesso à informação científica e tecnológica nacional e internacional às instituições de ensino superior e pesquisa do País. É uma biblioteca virtual que reúne a produção de instituições brasileiras de ensino e pesquisa e oferece resultados de produção científica de nível mundial (CAPES, 2020).

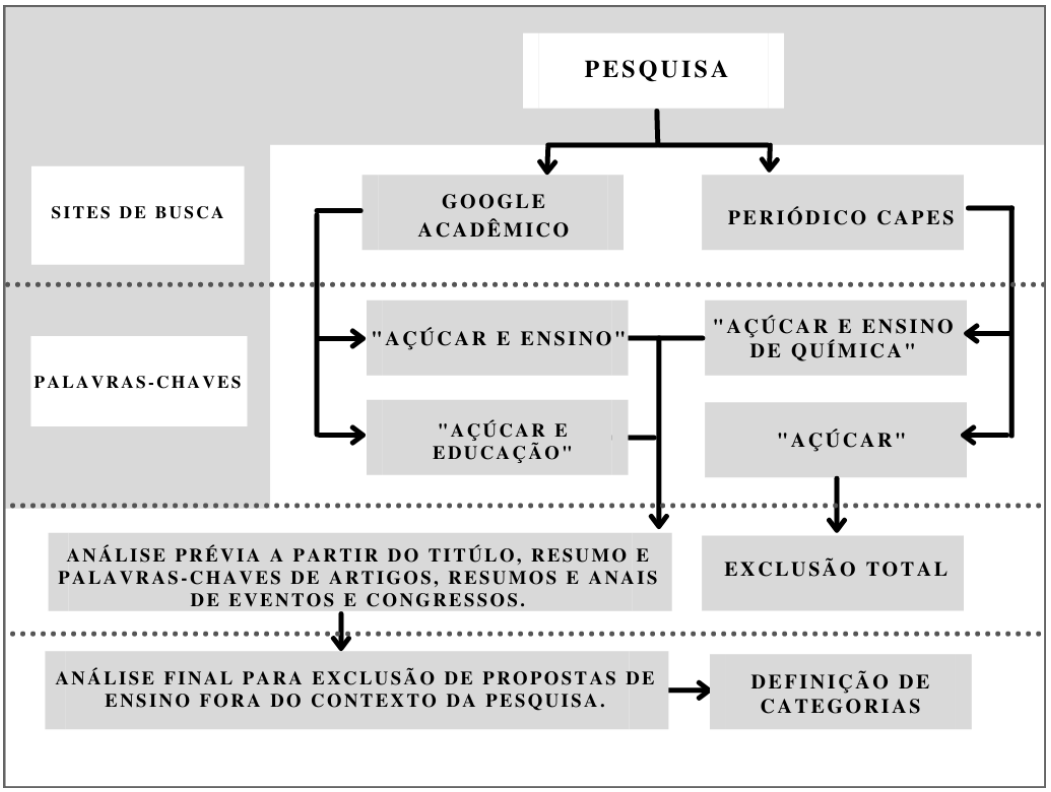
O Google Acadêmico é uma ferramenta do Google (empresa multinacional de serviços *online* e *software* dos Estados Unidos) que surgiu na *web* no final de 2004 com o propósito de ser uma ferramenta de busca de informações de caráter acadêmico. Pode ser usado para encontrar itens necessários a novas pesquisas e também para a verificação de quem fez uso de seus estudos para produzir novos conteúdos. Essa ferramenta confere visibilidade a diversas publicações, permitindo que os trabalhos acadêmicos encontrados na *web* sejam acessíveis e de fácil localização (Caregnato, 2011).

Para realizar a coleta de dados nesses portais foram utilizadas inicialmente a palavra-chave "açúcar", no campo título, e posteriormente, para restringir a pes-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

quisa foram utilizadas várias formas de expressão do nome, entre aspas, unidas pelo operador booleano *AND*. Por exemplo, "açúcar e ensino de química", "açúcar e ensino", "açúcar e educação", também foram utilizadas o termo "produção de açúcar", a fim de ampliar ao máximo o número de resultados. A Figura 1 descreve as etapas envolvidas no processo de busca.

Figura 1: Etapas do processo de busca e análise das propostas de ensino



Como o processo de ensino envolve a escolha de conteúdos e sua organização a coleta de dados foi ampliada com a utilização dos termos "açúcar", "açúcares", "sequência didática" e "carboidratos" nos principais Periódicos e no principal evento da área de Educação em Ciências do Brasil (ENPEC) com a intenção de investigar como o tema produção de açúcar foi desenvolvido nesses trabalhos. A Tabela 1 apresenta a descrição dos periódicos em que foi realizada a coleta de dados e do principal evento na área de Educação em Ciências.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Tabela 1: Periódicos da área de Ensino de Ciências

Fontes	Descrição
Revista Química Nova na Escola (http://qnesc.sbq.org.br/)	Espaço aberto a professores de química e estudantes da licenciatura em química, suscitando debates e reflexões sobre o processo de ensino e aprendizagem da química, principalmente da educação básica e visa subsidiar o trabalho, a formação e a atualização da comunidade do Ensino de Química brasileiro.
Revista Ciência e Educação da UNESP (https://www.fc.unesp.br/#!/ciedu)	Publica artigos científicos sobre resultados de pesquisas empíricas ou teóricas e ensaios originais sobre temas relacionados à educação em ciências, educação matemática e áreas relacionadas.
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências (http://reec.uvigo.es/)	Revista científica quadrimestral, disponível on-line, dedicada à inovação e investigação sobre o ensino e a aprendizagem das ciências experimentais nos diferentes níveis educativos (infantil, primário, secundário e universitário).
Investigações em Ensino de Ciências (IENCI). (https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/index)	Revista internacional de publicação quadrimestral, indexada, que busca apresentar exclusivamente pesquisas na área de ensino/aprendizagem das ciências (Física, Química, Biologia ou Ciências Naturais), abordadas de maneira integrada.
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências; Educação. (https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec)	Publicação da principal associação da pesquisa em ensino de ciências do Brasil que tem como objetivo divulgar com ética e eficiência resultados de pesquisas e reflexões na área de ensino de ciências, de modo a promover a consolidação e formação desses profissionais.
Revista Educação, Ciências e Matemática. (http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm)	Periódico do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências na Educação Básica da Unigranrio (Mestrado). Destina-se à divulgação de artigos inéditos na área de Ensino das Ciências e Matemática, dando visibilidade aos trabalhos desenvolvidos por pesquisadores e professores do ensino fundamental, médio e superior.
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/about)	Periódico de fluxo contínuo que publica artigos nacionais e internacionais, inédito, empírico ou teórico com pesquisas em educação em ciências da natureza e suas relações com as ciências sociais e humanas.
Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)	Principal evento nacional que ocorre bianualmente para divulgar pesquisas e experiências no ensino de ciências promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC).

Os trabalhos foram selecionados a princípio de acordo com o título e a leitura dos seus resumos no intuito de identificar quais deles tinham suas produções direcionadas ao uso de situações didáticas relacionando o tema produção de açúcar e o processo de ensino e aprendizagem. Aqueles de interesse para os fins da pesquisa foram selecionados e examinados realizando uma leitura na íntegra sobre seu uso no processo de ensino aprendizagem da química. Após a leitura das propostas, inicialmente, foram identificados qual o público-alvo de cada trabalho seguido de análise das estratégias de ensino utilizadas no desenvolvimento das atividades propostas e, por último, os trabalhos foram divididos em categorias de acordo com as justificativas apresentadas pelos autores em relação às motivações que os levaram a abordar o tema produção de açúcar no processo de ensino-aprendizagem. Para apresentar as

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

categorias, recorremos aos elementos da análise de conteúdo de Bardin (1977) que permite ao pesquisador inferir a partir de diferentes elementos da comunicação:

> A análise de conteúdo pode ser considerada como um conjunto de técnicas de análises de comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens... A intenção da análise de conteúdo é a inferência do conhecimento relativos às condições de produção e de recepção das mensagens, inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos, ou não) (BARDIN, 1977, p.38).

Na próxima seção apresentamos uma breve descrição de cada trabalho selecionado assim como os principais pontos de análise apresentados nesta etapa.

Resultados e discussão

A primeira consulta foi realizada no portal CAPES onde foram obtidos seis mil trezentos e sessenta e seis (6.366) artigos utilizando a palavra chave "açúcar". Esse alto número de artigos encontrados se deve ao fato da maioria dos trabalhos corresponder à artigos nas áreas de economia, agronomia, engenharia e medicina. Na tentativa de refinar a busca foi procurado pelos termos "açúcar e ensino de química" de forma conjunta, e foram encontrados cento e sete (107) trabalhos dos quais cinquenta e nove (59) foram revisados por pares. A maioria dos resultados apresentava trabalhos sobre o ensino, mas sem relação ao tema produção de açúcar. Com a utilização do termo "produção de açúcar" apareceram cento e quarenta e seis (146) resultados, desses, cem (100) foram revisados por pares. Destes resultados a maioria dos textos abordavam questões técnicas relativas ao plantio, colheita e processo industrial, muitos dos casos envolvia concomitantemente a produção de etanol.

No portal Google Acadêmico foram encontrados apenas dez (10) trabalhos com a utilização dos termos "Produção de Açúcar" e "açúcar e educação", com ambas palavras chaves não apresentaram propostas que abordassem o tema açúcar com o ensino de ciências. Sendo que a busca utilizando "produção de açúcar" remetia sempre a propostas com caráter técnico do cultivo da planta e os trabalhos relacionados à busca por "açúcar e educação" retratavam de maneira isolada sobre o açúcar (sua produção e relação com a saúde) ou sobre educação de uma forma geral. Ao refinar a busca com o termo "açúcar e ensino" foram encontradas apenas seis (6) propostas, dessas, apenas quatro (4) apresentaram ideias abordando o tema açúcar com o ensino de ciências. É importante assinalar que mesmo que alguns trabalhos apresentando

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

uma abordagem do tema que se relaciona ao âmbito escolar, muitos abordam o tema a partir do viés nutricional, ou seja, apresentando discussões que se remetem ao caráter nutricional do que é servido na merenda escolar, como por exemplo, o trabalho de Pretto e Slavutzky (2002) cujo o objetivo foi determinar a quantidade de sacarose nos alimentos comprados pela Rede Municipal de Ensino de Porto Alegre/RS e utilizados na alimentação escolar. Ainda nesse contexto, o trabalho de Carmo *et al* (2006) analisou o consumo de doces e bebidas com açúcar entre adolescentes da rede pública de ensino de Piracicaba/SP. Nessa proposta os autores descrevem as práticas alimentares de adolescentes quanto à ingestão energética, distribuição de macronutrientes na dieta e das porções consumidas não compreendendo a abordagem de trabalhos cujo foco é o processo de ensino e aprendizagem do tema açúcar.

Para tentar identificar trabalhos que envolvessem o tema açúcar a partir de conteúdos químicos, também foi realizada uma pesquisa no site da Revista Química Nova na Escola, um dos principais periódicos de circulação nacional na área de ensino de química que apresenta relatos de trabalhos de professores e pesquisadores de química no processo de ensino e aprendizagem dessa ciência. Neste periódico, foi possível identificar um grande número de trabalhos envolvendo o termo "açúcar" resultando em cento e noventa e oito (198), mas apenas dezesseis (16) trabalhos utilizavam o tema envolvendo a produção de açúcar no processo de ensino e aprendizagem dessa ciência.

Nas Revistas: Enseñanza de las Ciências; Investigações em Ensino de Ciências; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências e Revista De Educação, Ciências e Matemática nenhum resultado foi obtido quando utilizado o termo "açúcar" ou "açúcares", foram encontrados trabalhos relacionados aos termos "sequência didática" "ensino de química", mas esses trabalhos estão relacionados a outros conteúdos e temas que foge ao escopo desta revisão. Na Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências e na Revista Ciência e Educação da UNESP, nenhum resultado foi encontrado com os termos utilizados na busca. No site do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) apenas um resultado foi encontrado para a busca com o termo "açúcar" que é a proposta de Dalmolin; Peres e Noguera (2012). apresentando a importância de trabalhar o tema saúde no ambiente escolar, através de subtemas tais como o açúcar. Na proposta os autores possibilitam despertar o interesse dos alunos e uma aproximação da realidade nos diferentes contextos vivenciados por eles. Para isso orientam uma ação interdis-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

ciplinar com base na interação do diálogo como forma de reverter à fragmentação do conhecimento, muitas vezes fruto de um currículo escolar rígido. Esses autores apresentam a escola como um importante veículo a ser utilizado para viabilizar o desenvolvimento de uma consciência alimentar com a contribuição de educadores e grupos de interesse na busca de uma alimentação apropriada e preventiva (Dalmolin; Peres e Noguera, 2012). Para melhor apresentar os resultados dessa investigação, a Tabela 2 apresenta vinte e três trabalhos encontrados sobre o tema açúcar abordado a partir da sala de aula da química.

Tabela 2: Lista com as informações dos trabalhos analisados

(continua...)

	Autor (es)	Título	Periódico	Ano
1.	FRANCISCO JUNIOR, Wilmo E.	Carboidratos: estrutura, propriedades e funções.	Química Nova na Escola.	2008
2.	SILVA, Ricardo oliveira.	Cana de mel, sabor de fel – capitania de Pernambuco: uma intervenção pedagógica com caráter multi e interdisciplinar	Química Nova na Escola. Vol. 32, n° 2,	2010
3.	BERTOCHI, Maria Aparecida Zaghete; BENFATTI, Ana Carolina; PRINCE, Nicole Cristina Lyra de; PERAZOLLI, Leinig.	Moléculas químicas na história do Brasil: "o açúcar" da Escravidão às festas juninas.	6º Congresso de extensão universitária da UNESP. PROEX/ UNESP. ISSN nº 2176-9761.	2011
4.	MUNHOZ, Cláudia leite; CHAGAS, Edvanio; DOS SANTOS VARGAS; Jaqueline.	Percepções dos estudantes de curso técnico sobre a cana-de-açúcar sob a Ótica de uma visita técnica	Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – vol 7, n. 2,	2012
5.	DA SILVA, Josiane Rodrigues; ARAÚJO, Sandra Marquez; DO NASCIMENTO GOMIDES, Juliana.	Sulfito no açúcar: proposta de ensino contextualizado para aulas de química No ensino médio	XVI Encontro Nacional De Ensino De Química (XVI ENEQ) e X Encontro De Educação Química Da Bahia (X EDUQUI)	2012
6.	DALMOLIN, Viviane Terezinha Sebalhos; PERES; Paulo Edelvar Corrêa; NOGUERA, Jorge Orlando Cuellar.	Açúcar e educação alimentar: pode o jovem influenciar essa relação?	Revista "Monografias Ambientais - REMOA/UFSM	2012
7.	PEIXOTO, Carlos Roberto De Menezes; ROSA, Gilber Ricardo; SILVA, Camila Nunes Da; SANTOS, Bianca Trevizan Dos; ENGELMANN, Tamiris Lima.	Miniprojeto para ensino de química geral experimental baseado na fermentação do caldo de cana-de-açúcar.	Química Nova, vol. 35, no. 8, 1686-1691.	2012
8.	BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes; PAZINATO, Maurícius Selvero; ROCHA, Thaís Rios Da; FRIEDRICH, Leandro Da Silva e NARDY, Flávio Correia.	A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar químico e histórico: uma abordagem Interdisciplinar	Química Nova na Escola. vol. 35, n° 1, P. 3-10.	2013
9.	CHACON, Eluzir Pedrazzi; BORGES, Márcia Narcizo; RIBEIRO, Carlos Magno Rocha; COUTINHO, Lucidéa Guimarães Rebello.	A química na cozinha: possibilidades do tema na formação inicial e continuada de professores	Revista Brasileira De Ensino De Ciência & Tecnologia. Vol. 8, n 1,	2015
10.	DE QUEIROZ SILVA, Maria Josielma; CABRAL, Pedro Maxuel Paulino; SILVA, Evandro Rogério Da; SANTOS, Marielle Rosane Soares Dos; PAULA, José Carlos De Freitas.	Açúcar mascavo e ensino de ciências: uma proposta interdisciplinar.	5º Encontro Regional De Química & 4º Encontro Nacional De Química	2015

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

(conclusão)

11.	GOMES, Isael Minson; CARBO, Leandro; QUEIROZ, Ester Minson Gomes.	Ensino de química associado à indústria sucroalcooleira na escola estadual antonio ferreira sobrinho, na cidade de jaciara, mato grosso, brasil	South American Journal of Basic Education, Technical and Technological.	2015
12.	DOS SANTOS, Paula M. L., SILVA, Joaquim Fernando M. da; TURCI, Cássia C.; GUERRA, Antônio Carlos de O.; DINIZ JÚNIOR, Edson; SOUZA, Giuliana C. de; FRANCISCO, Tatiana V.; SOUZA, Fernanda R. de; SANTOS, Fabiana L. dos; RODRIGUES, Úrsula S. A.; LIMA, Marcelo T.; SILVA, Fabrício C. da; SANTOS, Marcos Anderson A. S.	Análise de alimentos: contextualização e interdisciplinaridade em cursos de formação continuada.	Química nova na escola. Vol. 38, n° 2, p. 149-156.	2016
13.	SILVA, Aline dos Santos; LUCENA NETO, Marciano Henrique de.	Cana-de-açúcar como tema gerador no ensino de química.	V CONAPESC - Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino Em Ciência.	2016
14.	GANDOLFI, Haira Emanuela; ARAGÃO, Thayse Zambon Barbosa; FIGUEIRÔA, Silvia Fernanda de Mendonça.	Os alambiques no Brasil colônia: uma proposta de abordagem histórica e social no ensino de ciências.	Química Nova na Escola. Vol. 38, n° 3, p. 215-223.	2016
15.	SILVA, Reginaldo F. da; DRIGO, Caroline Pâmella F.; FIELD'S, Karla Amâncio P.; BERNARDES, Giselle Carvalho.	Cana-de-açúcar: uma experiência com alunos da educação de jovens e adultos (EJA)	Semana de Educação, Ciência e Tecnologia – SECITEC.	2017
16.	SANTANA, Raíza Carla Mattos; TERRA, Vilma Reis; LEITE, Sidnei Quezada Meireles.	Do caldo de cana ao açúcar: estudo cultural com enfoque CTS/CTSA na educação química interdisciplinar	XI Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências – XI ENPEC	2017
17.	ALIOTO, Marcelo Rodrigo; CALEFI, Paulo Sergio; DOS REIS, Marcio José.	Educação problematizadora no ensino de química: a indústria sucroalcooleira como tema gerador de uma sequência didática em uma escola pública de sertãozinho – SP	Revista ILUMINART, Ano IX, nº 15. ISSN 1984-8625.	2017
18.	DE PAULA PACHECO, Elizabete; PEREIRA, Dandara Tomaz; GOULART, Simone Machado; SANTOS, João Paulo Victorino.	O ensino de química e sua relação com o mundo do trabalho em duas usinas de açúcar e álcool.	TECNIA v.2, n.2, p.25-46	2017
19.	DE QUEIROZ SILVA, Maria Josielma; SOUSA, Jéssica Daiane Fernandes De; DANTAS, Salielma Daliane De Azevedo; AZEVEDO, Alex Dos Santos; PAULA, José Carlos De Freitas.	Açúcar e interdisciplinaridade: análise da concepção de professores de ensino médio.	CONEDU - Congresso Nacional de Educação.	2018
20.	MARTINS, Wallison de oliveira; SILVA, Luís Carlos da; GUIMARÃES, Douglas Luciano; WEBER, Karen Cacilda.	Cana-de-açúcar no estado da paraíba sob uma perspectiva de contextualização do ensino de química.	CONEDU - Congresso Nacional de Educação	2018
21.	GONZAGA, Rhaysa T., SANTANDER, Malu A. e REGIANI, Anelise M.	A cultura afro-brasileira no ensino de química: A interdisciplinaridade da química e a história da cana-de-açúcar	Química Nova na Escola. Vol. 41, n° 1, p. 25-32.	2019
22.	HOMRICH, Alana M.; RUPPENTHAL, Nicolle e MARQUES, Carlos A.	Alimentação e o ensino de química: uma análise de livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018	Química Nova na Escola, Vol. 41, n° 1, p. 108-116,	2019
23.	DE SOUZA LEÃO, Isadora; NERY, Ivanilton Almeida; DE FREITAS, Andrea Barbalho Ribeiro.	"Museu do açúcar": uma proposta didática de ensino dos carboidratos para o ensino médio.	Scientia Naturalis, v. 1, n. 2, p. 249-266.	2019

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Durante a pesquisa foi possível identificar nas propostas examinadas as estratégias de ensino abordadas e suas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem de acordo com a área de conhecimento, prevalecendo em sua maioria propostas voltadas ao ensino da química, da biologia e da história. Dentre essas, foi possível perceber que nem todos têm como principal foco o uso didático do tema produção de açúcar, mas uma observação interessante na maioria deles é que as atividades propostas foram desenvolvidas envolvendo diferentes disciplinas. Durante o processo de coleta de dados também foi possível encontrar propostas de alguns trabalhos que envolvem aspectos ambientais, sociais e nutricionais do tema, como por exemplo, o trabalho de Garcia; Carvalho e Carneiro (2019) que apresentaram em sua proposta uma sequência didática sobre o uso e destilação do que é fermentado a partir do caldo da cana. Na proposta, as atividades desenvolvidas abordam os impactos que a produção industrial em grande escala podem acarretar ao meio ambiente e a conscientização da necessidade de preservação ambiental relacionando a educação ambiental com as demais disciplinas. É importante destacar o trabalho de Alves e Simões Neto (2018) que apresenta em sua proposta uma sequência didática cujo objetivo é construir o conhecimento sobre alguns conceitos estruturantes da Química, a partir da discussão de conteúdos químicos abordando os aspectos da educação em direitos humanos, utilizando para isso a temática produção de açúcar e trabalho escravo. Também é importante destacar o trabalho de Manara (2015) que apresenta uma proposta didática que buscou envolver os alunos em uma pesquisa sobre o consumo de açúcar, tendo como método a análise de produtos alimentícios, abordando também questões sobre os valores nutricionais e hábitos alimentares dos alunos participantes.

A Tabela 3 apresenta o título de algumas propostas pesquisadas versus o conteúdo curricular abordado sobre o tema pesquisado. A análise possibilitou identificar várias propostas que abordam o ensino do tema açúcar a partir de mais de uma área de conhecimento:

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Tabela 3: Lista com as disciplinas científicas abordadas nos trabalhos

TÍTULO	DISCIPLINAS						
	Química	Biologia	História	Física	Geografia	Português	Sociologia
1. Carboidratos: estrutura, propriedades e funções.	✓	✓					
2. Cana de mel, sabor de fel – capitania de Pernambuco: uma intervenção pedagógica com caráter multi e interdisciplinar.	✓	✓	✓		✓		
3. Moléculas químicas na história do Brasil: "o açúcar" da escravidão às festas juninas.	✓		✓				
4. Percepções dos estudantes de curso técnico sobre a cana-de-açúcar sob a ótica de uma visita técnica.	✓			✓			
5. Sulfito no açúcar: proposta de ensino contextualizado para aulas de química no ensino médio.	✓						
6. Açúcar e educação alimentar: pode o jovem influenciar essa relação?	✓	✓			✓		
7. Miniprojeto para ensino de química geral experimental baseado na fermentação do caldo de cana-de-açúcar.	✓						
8. A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar químico e histórico: uma abordagem Interdisciplinar.	✓		✓				
9. A química na cozinha: possibilidades do tema na formação inicial e continuada de professores.	✓	✓	✓				
10. Açúcar mascavo e ensino de ciências: uma proposta interdisciplinar.	✓	✓	✓		✓		
11. Ensino de química associado à indústria sucroalcooleira na Escola Estadual Antônio Ferreira Sobrinho, na cidade de Jaciara, Mato Grosso, Brasil.	✓	✓			✓		
12. Análise de alimentos: contextualização e interdisciplinaridade em cursos de formação continuada.	✓	✓					
13. Cana-de-açúcar como tema gerador no ensino de química.	✓		✓				
14. Os alambiques no Brasil colônia: uma proposta de abordagem histórica e social no ensino de ciências.	✓		✓				✓
15. Cana-de-açúcar: uma experiência com alunos da educação de jovens e adultos (EJA)	✓						
16. Do caldo de cana ao açúcar: estudo cultural com enfoque CTS/CTSA na educação química interdisciplinar.	✓		✓				
17. Educação problematizadora no ensino de química: a indústria sucroalcooleira como tema gerador de uma sequência didática em uma escola pública de Sertãozinho – SP.	✓						
18. O ensino de química e sua relação com o mundo do trabalho em duas usinas de açúcar e álcool.	✓						
19. Açúcar e interdisciplinaridade: análise da concepção de professores de ensino médio.	✓	✓	✓		✓	✓	
20. Cana-de-açúcar no estado da Paraíba sob uma perspectiva de contextualização do ensino de química.	✓		✓				
21. A cultura afro-brasileira no ensino de química: A interdisciplinaridade da química e a história da cana-de-açúcar.	✓		✓				
22. Alimentação e o ensino de química: uma análise de livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018.	✓						
23. "Museu do açúcar": uma proposta didática de ensino dos carboidratos para o ensino médio.	✓						

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

A partir da pesquisa foi possível observar que a maioria dos trabalhos analisados foram propostos a estudantes do Ensino médio, totalizando quatorze (14) trabalhos. Cinco (5) foram desenvolvidos com professores, como por exemplo, o trabalho de De Queiroz Silva *et al* (2018), que envolveu o levantamento de metodologias de ensino da rede pública para incentivar os educadores no desenvolvimento do que eles chamaram de educação diferenciada. A atividade realizada foi desenvolvida a partir da aplicação de questionários sobre temas da cultura açucareira e o conceito de interdisciplinaridade. Para os autores, o ensino de uma única disciplina é muito comum, pois é muito mais fácil para o educador utilizar e desenvolver o processo de ensino e aprendizagem apenas a partir da disciplina ao qual ele foi instruído. Já quando a proposta ocorre de forma interdisciplinar é possível fortalecer a interação social e quebrar as barreiras entre as disciplinas, aumentando assim, o conhecimento e a cultura proporcionados por diferentes áreas de conhecimento (De Queiroz Silva *et al*, 2018.).

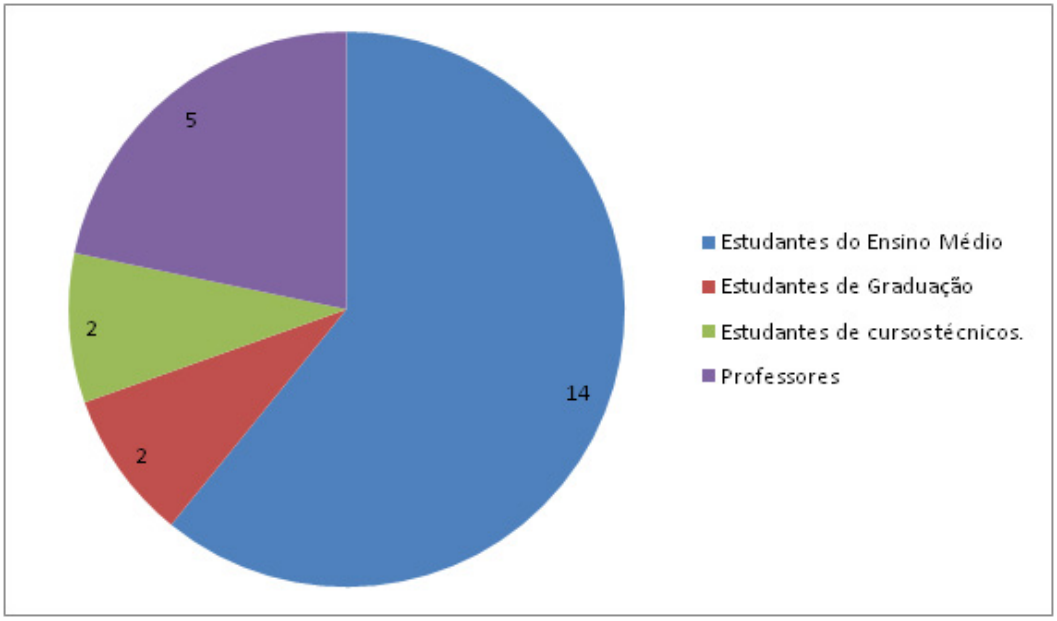
Ainda sobre as propostas que abordam a temática pesquisada neste artigo e a formação continuada de professores, podemos destacar o trabalho de Chacon *et al* (2015). Neste trabalho são discutidos as possibilidades e ações que podem ser desenvolvidas a partir de um vídeo motivador denominado "A química na cozinha". O trabalho traz uma reflexão sobre o tema alimentos e apresenta diversos conteúdos disciplinares da química que podem ser abordados em sala de aula como forma de auxiliar o processo de ensino/aprendizagem dessa ciência. Para os autores, quando é trabalhado o cotidiano do discente através de uma atividade experimental e da utilização de mídias, isso pode contribuir para que o docente participante repense a sua atuação em sala de aula, mudando significativamente sua prática (Chacon *et al*, 2015, p. 166). Cabe ressaltar que os professores que estavam nessa formação pertenciam a diferentes áreas, como por exemplo, Química, Física, Biologia, Geografia, História e Letras – Língua Portuguesa.

Quatro (4) trabalhos envolveram estudantes de um curso de graduação e estudantes de cursos técnicos e variam desde trabalhos apresentando propostas do uso de miniprojetos que se baseiam no processo de fermentação do caldo de cana (Peixoto *et al*, 2012) até trabalhos com alunos de cursos técnicos cujo objetivo é abordar temas relacionados à química por meio da produção industrial do açúcar a partir de diferentes estratégias de aprendizagem. Um exemplo desse tipo de proposta é o de Silva *et al* (2017) que apresentam a experiência de um projeto de ensino em forma

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

de um minicurso com o intuito de abordar temas relacionados à química por meio da produção industrial do açúcar desenvolvendo uma aula dinâmica, diferenciada e contextualizando com a realidade dos alunos. O Gráfico 1 mostra um resumo da distribuição dos trabalhos em diferentes níveis de ensino.

Gráfico 1: Distribuição do número de trabalhos por público-alvo.



Uma segunda análise foi feita a partir dos trabalhos apresentados no Gráfico 2, onde foram observados que em dezessete (17) propostas os autores dizem que a interdisciplinaridade e a contextualização fazem parte do desenvolvimento das ações didáticas realizadas. Um exemplo desse tipo de trabalho é o de De Queiroz Silva *et al* (2015), que apresenta uma proposta interdisciplinar desenvolvida com professores das disciplinas de Química, História, Biologia e Geografia, com o objetivo de desenvolver uma estratégia de ensino baseada na perspectiva de ensino por projeto. Para tal fim foram realizados experimentos para a obtenção de açúcar mascavo e encontros com professores e equipe pedagógica da escola para o planejamento da atividade a ser aplicada com os estudantes como forma de contribuir na construção de uma compreensão mais ampla do processo de obtenção de um produto muito presente em casa, além de discutir questões relativas ao processo

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

histórico e geográfico do cultivo da cana de açúcar, contribuindo com a visão mais ampla e crítica do potencial uso dessa planta ao longo da construção da sociedade brasileira. Desses dezessete (17), apenas cinco (5) utilizaram a interdisciplinaridade e a contextualização conjuntamente, como por exemplo, o trabalho de Dos Santos *et al* (2016). Nessa proposta os autores mostram a um grupo de licenciandos e professores de biologia e química as possibilidades e ações que podem ser desenvolvidas a partir do tema alimentos. Como o tema oferece muitas possibilidades para sua abordagem, os autores optam pela análise de informações contidas nos rótulos de alimentos industrializados e a utilização de experimentos, levando os participantes ao entendimento de que a proposta da oficina se caracteriza como um apelo a abordagem do tema com base em situações cotidianas dos estudantes, todavia a discussão foi ampliada para aspectos como os socioambientais, de consumo e saúde (Dos Santos *et al*, 2016).

Quatro (4) trabalhos utilizaram os termos multidisciplinar e transdisciplinar na elaboração das suas atividades, como por exemplo, o trabalho de Silva (2010) que apresenta uma proposta de ensino envolvendo um momento histórico importante para a economia e sociedade pernambucana remontando a discussões sobre a época da capitania de Pernambuco, seguido da aplicação de questionários, de debates em grupos e a realização de um experimento sobre os conceitos de misturas e separação de misturas. A partir das atividades desenvolvidas foi possível identificar a discussão de questões que normalmente não são abordadas em aulas de química, e os conceitos químicos foram sendo introduzidos a partir dos próprios procedimentos do processo de produção da cana de açúcar, que segundo o autor, os conceitos foram sendo construídos de forma mais significativa para os estudantes. Ainda para ele, os *"fatos, eventos históricos, desenvolvimentos tecnológicos e quaisquer atividades humanas não podem ser analisados de uma única perspectiva, mas devem estar relacionados a todas as áreas do conhecimento"* (Silva, 2010, p. 90).

Ainda sobre o trabalho que encontramos no enpec, já citado anteriormente Dalmolin; Peres e Noguera (2012), podemos destacar que os autores fazem uma análise crítica dentro dos princípios da educação ambiental e nutricional entrelaçando diferentes áreas do saber, a fim de ampliar a compreensão da dinâmica dos alimentos no organismo. A proposta é ampla e pode ser caracterizada como transdisciplinar uma vez que o objetivo é ampliar a compreensão sobre os atributos químicos e as consequências do uso contínuo e excessivo no organismo do açúcar (substância sa-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

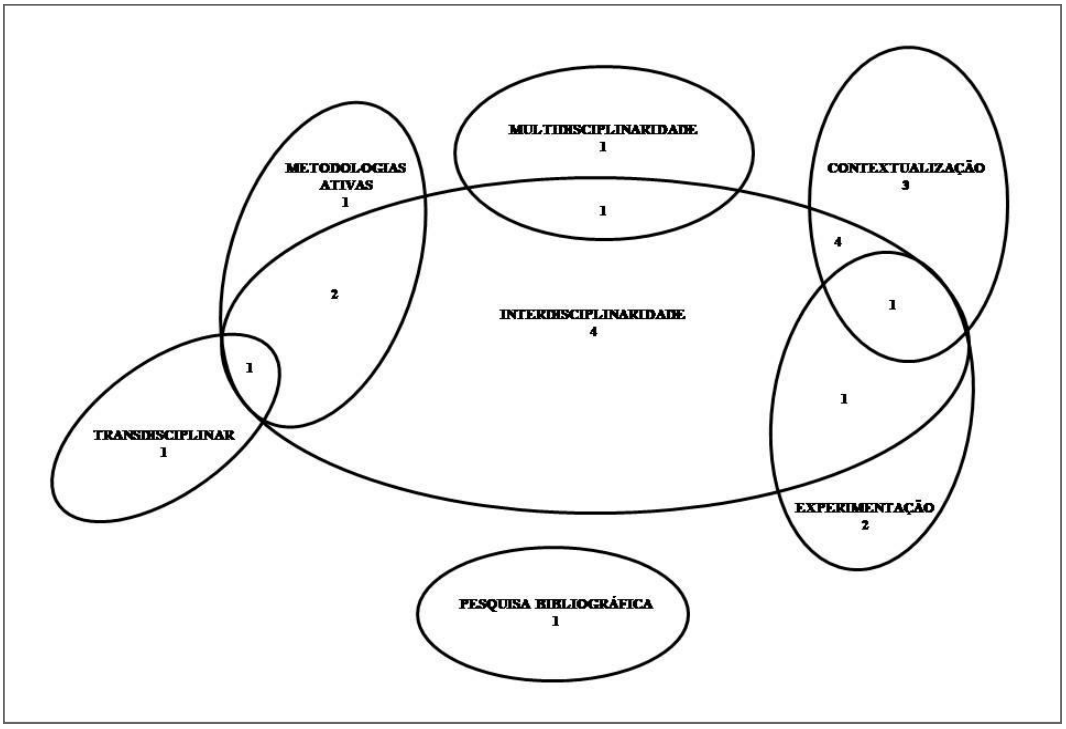
carose). Os autores trabalham questões relacionadas aos bons hábitos alimentares, à educação e à saúde, tais como, a formação da cárie dentária, diabetes, obesidade, hipertensão arterial e doenças coronarianas.

As propostas que apresentam estratégias de ensino a partir de atividades experimentais correspondem a quatro (4). O trabalho de Francisco Júnior (2008) é um desses exemplos, pois reporta o uso de atividades experimentais para o estudo de algumas das propriedades dos carboidratos cujo objetivo é contribuir para a discussão de importantes conceitos que são propostos no decorrer da aplicação. Para o autor o tema não é comumente debatido no Ensino Médio e afirma que os livros didáticos de Química desse nível geralmente abordam a Bioquímica de forma superficial, apresentando sérios equívocos conceituais além de praticamente não proporem atividades experimentais para a abordagem desse conteúdo (Francisco Júnior, 2008, p.8). Dentre as propostas observadas, foi possível identificar que pelo menos um trabalho especifica que vai abordar aspectos da contextualização no processo de ensino e aprendizagem, mas o trabalho como um todo não deixa claro como essa abordagem é feita, uma vez que na proposta apresentada, as autoras desenvolvem atividades experimentais ao invés de uma abordagem contextualizada (Da Silva; Araújo e Do Nascimento Gomides, 2012).

Nesta pesquisa também foi possível identificar quatro (4) trabalhos que mencionam as metodologias ativas como estratégias de ensino no desenvolvimento das ações didáticas, uma delas é desenvolvida na perspectiva do Ensino por Projetos, apresentando caráter interdisciplinar, (Silva e Lucena Neto, 2016). Na proposta, os autores mostram as possibilidades que o ensino baseado em projetos, a partir do tema cana-de-açúcar pode contribuir e favorecer o desenvolvimento cognitivo dos alunos devido sua inserção ser significativa, possibilitando aos estudantes compreender que a Química não é uma disciplina em que se decoram regras, mas uma ciência rica que nos permite permear pelos mais diversos campos do conhecimento (Silva e Lucena Neto, 2016, p. 6). A Figura 2 apresenta um resumo relativo à análise dessas observações.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Figura 2: Estratégias de Ensino.



Outro ponto observado está relacionado à organização dos procedimentos desenvolvidos durante a realização das atividades propostas. Das vinte e três (23) propostas apresentadas, cinco (5) desenvolveram suas atividades estruturadas nos três momentos pedagógicos de Demétrio Delizoicov (Abreu, Ferreira e Freitas, 2017; Alioto, Calefi e Dos Reis, 2017; Braibante *et al*, 2013; Gonzaga, Santander e Regiani, 2019; Martins et al, 2018; Silva *et al*, 2017), dois (2) trabalhos apresentaram suas atividades na perspectiva de Ensino por projetos (De Queiroz Silva *et al*, 2015; Silva, Lucena Neto, 2016) e um (1) trabalho utilizou questões sociocientíficas, os três momentos pedagógicos e o ensino de ciências por investigação no desenvolvimento das atividades propostas (Santana, Terra e Leite, 2017).

Como exemplo dessas propostas, podemos citar a de Braibante *et al* (2013) que apresentam uma proposta de ensino estruturada nos três momentos pedagógicos (Delizoicov), cujo objetivo é incentivar educadores a propor atividades que incorporem essa proposta didática em seu desenvolvimento para uma prática de ensino interdisciplinar. As atividades desenvolvidas relacionam disciplinas como

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

a química e a história ao vincular conceitos associados à cana de açúcar. Também é interessante destacar o trabalho de Alioto; Calefi e Dos Reis (2017) que buscam formas de inserir no currículo oficial do Estado de São Paulo, a educação problematizadora idealizada por Paulo Freire (FREIRE, 1987) e instrumentalizada pelos momentos pedagógicos de Demétrio Delizoicov na disciplina de química. Nela, os autores mostram possibilidades de atividades que podem ser desenvolvidas com a temática da cultura canavieira, sucroalcooleira e os impactos que ela tem na economia e na qualidade de vida na cidade de Sertãozinho/SP, uma vez que o tema é parte do contexto e movimenta a economia da região. Para os autores, além do tema ser promotor da aprendizagem em química, a partir dele, é possível promover as metodologias ativas de ensino como a educação problematizadora que podem ser introduzidas na educação em seus níveis mais formais, mas não sem encontrar resistências (Alioto; Calefi e Dos Reis, 2017, p. 172).

Da mesma forma é importante mencionar o trabalho de Santana; Terra e Leite (2017) que apresentam uma possível articulação das três perspectivas metodológicas – Questões Sociocientíficas e os Três Momentos Pedagógicos e o Ensino de Ciências por Investigação. Nela os autores estudaram os aspectos metodológicos de ensino e a educação CTS/CTSA através da correlação promovida a partir de uma sequência de ensino investigativo de química para debater a temática produção de açúcar. Segundo os autores as propostas se caracterizam como de caráter interdisciplinar e transdisciplinar devido aos aspectos socioculturais e à relevância socioeconômica no contexto local e regional (Santana; Terra e Leite, 2017).

De forma geral as propostas analisadas nesta pesquisa nos mostram que os trabalhos descrevem motivação para a abordagem do tema açúcar no processo de ensino e aprendizagem da química, assim, a partir da análise das justificativas foram traçados as três principais categorias que foi possível identificar para a motivação que os levaram a desenvolver as propostas, sendo:

(i) Propostas que buscam diminuir a fragmentação de conteúdos relacionando os conceitos a mais de uma área de conhecimento;

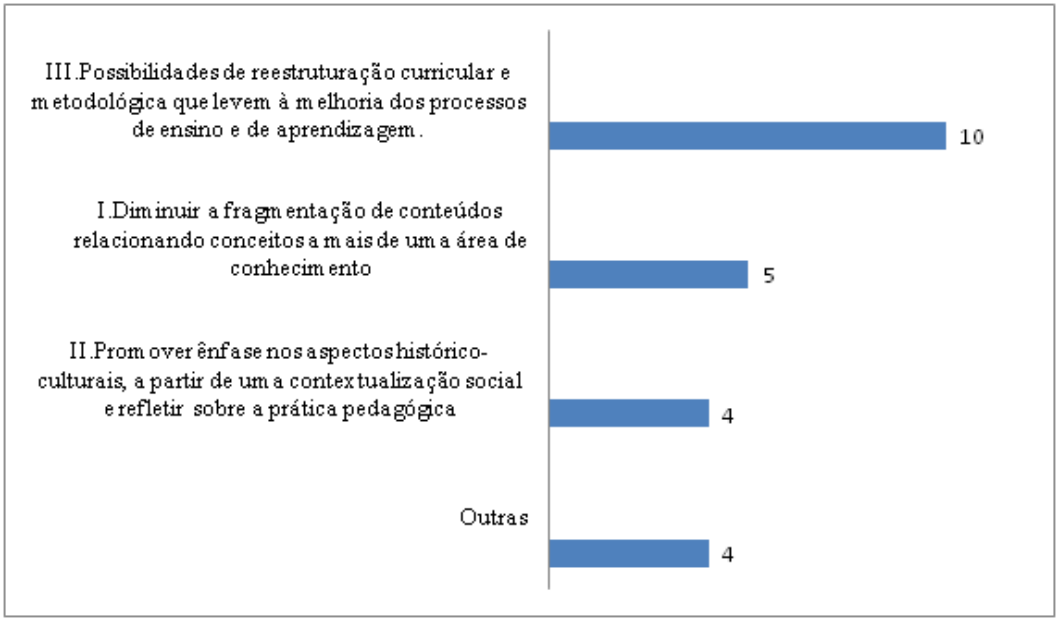
(ii) Propostas que promovem ênfase nos aspectos histórico-culturais, a partir de uma contextualização social e reflete sobre a prática pedagógica;

(iii) Propostas que mostram as possibilidades de reestruturação curricular e metodológica que levem à melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem.

O Gráfico 2 resume as propostas mais comuns.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Gráfico 2: Contribuições para o ensino-aprendizagem.



Dentre as categorias observadas foi possível identificar que há uma preocupação com a *possibilidade de reestruturação curricular e metodológica que levem à melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem (categoria iii),* sendo essa a que apresenta o maior número de trabalhos analisados, totalizando dez (10) propostas. Nelas é possível observar que essa era a finalidade/objetivo das atividades desenvolvidas, como por exemplo, na proposta de De Souza Leão; Nery e De Freitas (2019) que apresentam o ensino de Química a partir do conceito de carboidratos fundamentada na interdisciplinaridade. Nessa, os autores descrevem a realização da prática educativa "Exposição de um museu do açúcar" baseada em tema transversal, para abordar o tema com estudantes do ensino médio de uma escola pública de Mesquita/RJ, levando-os a refletir sobre como a quantidade elevada de açúcar presente em alguns alimentos têm relação direta com a obesidade. Segundo os autores, os estudantes puderam observar e estudar esse conteúdo de forma mais significativa, pois a correlação do tema com o contexto social e aspectos relativos à saúde se tornou mais direta:

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

> É de extrema importância que programas de educação relacionados à saúde sejam implantados nas escolas, para que com a informação certa, o aluno tenha a sabedoria e a percepção crítica de quais alimentos realmente são adequados para a manutenção de sua saúde, formando assim, seres humanos críticos e pensantes, sendo esse, um papel importante da escola. (De Souza Leão; Nery e De Freitas, 2019, p. 255).

Justificativas que abordam discursos articulados em defesa da melhoria do processo de ensino da química quando utilizam a contextualização e vai ao encontro do que é apresentado nessa categoria *(iii)* pode ser encontrada no trabalho de ABREU (2010). Na proposta a autora mostra que a contextualização e o cotidiano ganham papel especial no meio acadêmico uma vez que ocorre a aproximação e a interação entre o conhecimento químico e o cotidiano ou a vivência social, e que isso é considerado como imprescindível para um ensino de química que permitiria uma visão mais integrada dos diferentes conhecimentos e um diálogo maior entre os campos disciplinares, o que de certa forma também favorece a interdisciplinaridade.

A segunda categoria mais utilizada está relacionada com a *Diminuição da fragmentação de conteúdos relacionando conceitos a mais de uma área de conhecimento (categoria i)*. Cinco (5) trabalhos trouxeram essa justificativa como finalidade/objetivo das atividades desenvolvidas. Dentre eles podemos destacar o trabalho de Gomes; Carbo e Queiroz (2015) que apresenta uma proposta que relaciona os conhecimentos prévios dos estudantes com os conteúdos de Química, relacionando os conceitos químicos com a Indústria Sucroalcooleira. O trabalho foi desenvolvido na cidade de Jaciara/MT e o tema se torna motivador, pois segundo os autores, o mesmo faz parte do conhecimento da maioria dos estudantes já que em sua grande maioria eles têm contato direto ou indireto com o contexto da produção da cana de açúcar, uma vez que muitos de seus pais trabalham nesse tipo de indústria na região onde está situada a escola ou conhecem alguém muito próximo que tem vínculo com a mesma. Para investigar a efetividade da proposta, os autores fizeram um estudo comparativo entre turmas do ensino médio que passarão pelo processo de ensino e aprendizagem da química a partir do tema com essa abordagem contextualizada com estudantes que tiveram a abordagem desse mesmo tema a partir do ensino tradicional, evidenciando que houve maior motivação, interesse e aplicação dos estudantes que participaram das atividades com a nova abordagem do que os que receberam aula apenas de forma tradicional (Gomes; Carbo e Queiroz, 2015). Também é interessante destacar o trabalho de Martins *et al* (2018) que apresenta uma

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

sequência didática desenvolvida a partir do tema cana-de-açúcar e é estruturada nos princípios dos Três Momentos Pedagógicos, relacionando a interdisciplinaridade, a contextualização e a experimentação. As atividades buscavam diminuir a fragmentação dos conteúdos por meio da integração de duas áreas de conhecimento; a química e a história; o que possibilita relacionar os conceitos dessas duas áreas. Os autores ainda sugerem que devemos recorrer a metodologias que possam provocar reflexões sobre os conteúdos em estudo e suas relações com o cotidiano, contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem (Martins *et al*, 2018).

Segundo Abreu (2010) os discursos sobre a contextualização e o cotidiano tornam-se híbridos e associados a múltiplos significados. Outro discurso apresentado pela autora está relacionado com os discursos sociais e acadêmicos que criticam a disciplinaridade e a fragmentação do conhecimento. Como pode ser observado neste trabalho, cinco (5) propostas de ensino analisadas (descritas acima) utilizaram esse discurso como justificativa na elaboração das atividades. Neste contexto, fica claro que a contextualização permitiria uma visão mais integrada dos diferentes conhecimentos e um diálogo maior entre os campos disciplinares (Abreu, 2010, p.7), favorecendo a interdisciplinaridade que em um olhar mais apurado dessas propostas, articula-se obrigatoriamente com a contextualização conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999).

P*romover ênfase nos aspectos histórico-culturais, a partir de uma contextualização social e refletir sobre a prática pedagógica* foi à categoria com o menor número de trabalhos, apresentando quatro (4) propostas. Uma delas é feita por Gandolfi; Aragão e Figueirôa (2016) que apresentam atividades interdisciplinares para o ensino de ciências a partir de uma abordagem histórica e social da exploração da cana-de-açúcar no Brasil Colônia. A proposta inclui análise de imagens de um alambique presente em um museu virtual e de textos históricos do final do século XVIII. O trabalho busca sugerir alternativas e reflexões para abordagem do tema, envolvendo conceitos científicos e questões históricas e sociais, que permearam o período colonial da exploração da cana-de-açúcar até o período da compreensão e do momento histórico de construção e uso desse equipamento. Na proposta também é relevante destacar aspectos da história das ciências e das técnicas de fabricação nos engenhos, a fim de demonstrar o potencial educacional que o tema tem para o ensino de ciências. Para os autores *o "tema permite o envolvimento de alunos e professores na valorização de nossa ciência, tecnologia e cultura, levando à consta-*

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

tação de que, já em períodos antigos da história de nosso país, produzia-se ciência e tecnologia" (Gandolfi; Aragão e Figueirôa, 2016, p. 216) o que possibilita também inserir um pouco da história e da filosofia das ciências (HFC) no nível médio de ensino, por exemplo.

Também é interessante destacar o trabalho de Gonzaga; Santander e Regiani (2019) que destacam a importância da valorização e inclusão da cultura afro-brasileira por meio de uma visão interdisciplinar entre a química e a cana-de-açúcar relatando uma experiência da aplicação de uma oficina com estudantes do primeiro ano do ensino médio. Esses autores acreditam que esse tipo de atividade é uma forma de perceber como a ciência e a história da sociedade estão diretamente interligadas, concordando com Bastos e Benite (2017) que afirmam que o intuito é *"trazer a química à realidade e ao cotidiano do discente, além de valorizar o legado africano, à ciência e tecnologia"* (Bastos e Benite, 2017 *apud* Gonzaga; Santander e Regiani, 2019).

Poucos trabalhos relacionam suas justificativas no desenvolvimento das suas propostas com a contextualização em um aspecto social *(categoria ii)*. Essa justificativa também pode ser amparada por Abreu (2010) quando a autora relaciona à função social da química na sociedade com a finalidade de incentivar a ação política do indivíduo, uma vez que o ensino de química deveria permitir a mudança política por intermédio da compreensão dos conhecimentos químicos e das relações sociais predominantes. Para a autora o uso de propostas com essa abordagem contribui para desmistificar o conhecimento, no que diz respeito a sua neutralidade e a infalibilidade, e de promover a participação ativa do cidadão na sociedade por intermédio de julgamentos e decisões próprias, visto que a contextualização pode permitir o reconhecimento e a identificação do conhecimento químico escolar nas questões e nas situações próximas do aluno, fazendo com que este se aproxime do conhecimento e compreenda o caráter social do ensino, podendo assim interferir no seu contexto.

> A contextualização propicia ao indivíduo o acesso às informações e aos diferentes conhecimentos fazendo com que ele conheça melhor a sociedade em que vive e se sinta capaz de tomar decisões (Abreu, 2010, p.103).

Em relação à prática pedagógica as propostas de ensino analisadas mostraram que apesar da utilização de diferentes estratégias de ensino poucas refletiram sobre a formação de professores como forma de melhorar o processo de ensino e aprendi-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

zagem. Das vinte e três (23) propostas, cinco (5) delas relacionam a formação inicial e continuada dos docentes à questão da prática pedagógica para o ensino do tema pesquisado nesta pesquisa. Trabalhar a interdisciplinaridade na prática pedagógica para Perin e Malavasi (2019, p.100) é possibilitar aos professores relações estreitas que ligam a sua formação aos contextos sociais, econômicos, políticos e culturais que de certa forma influenciam seu trabalho cotidiano.

Portanto, temos que refletir sobre o uso da interdisciplinaridade, não apenas como a interação de disciplinas e sim como um mecanismo que favorece ao desenvolvimento humano, já que sua abordagem está atrelada à subjetividade do pesquisador/educador. Uma vez que é necessário entendermos sobre os efeitos políticos, econômicos e educacionais atuais que visam condições priorizadas pela sociedade. No decorrer da análise podemos perceber que a maioria das propostas de ensino se limitaram a visão ampla da interdisciplinaridade. Por isso, é importante pensar na formação de professores e na possibilidade de formar professores críticos que reflitam sobre suas práticas. Para Finalizar, Perin e Malavasi (2019), ainda apresentam que o trabalho interdisciplinar é árduo e necessita de parceria, de diálogo entre as disciplinas e os profissionais que as ministram, o que nos leva a crer mais ainda que o professor em sala de aula necessita da compreensão dos gestores educacionais e dos governantes para que possam possibilitar esse espaço de interação para produzir práticas interdisciplinares e contextualizadas.

Como nem todas as propostas analisadas estavam dentro das categorias mais recorrentes, outros quatro (4) trabalhos analisados foram enquadrados fora dessas categorias, mas apresentam uma ideia relevante que pode ajudar outros professores a pensar sobre a abordagem do tema cana de açúcar no processo de ensino e aprendizagem da química. Um desses trabalhos, por exemplo, investigou as concepções prévias de estudantes de cursos técnicos em informática, alimentos e da licenciatura em química sobre o tema cana de açúcar. Na proposta os autores realizam essas investigações a partir de uma visita técnica a uma indústria sucroalcooleira abordando aspectos pedagógicos de outros campos de conhecimento, como por exemplo, a agroecologia e a agroindústria (Munhoz; Chagas e Dos Santos Vargas, 2012).

Ainda dentro das categorias apresentadas, mas não menos interessante, podemos destacar o trabalho de De Paula Pacheco *et al* (2017) que investiga como profissionais da química que estão no mercado, trabalhando com análise e controle de qualidade em usinas de açúcar e álcool da cidade de Itumbiara/GO, avaliam o quão relevante

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

é os conhecimentos adquiridos no ensino superior no seu atual trabalho. A partir da proposta, os autores também investigaram como outros trabalhadores da indústria reconhecem os conhecimentos gerais da química, aprendidos no contexto do trabalho, estavam relacionados com o conteúdo químico aprendido no processo de ensino e aprendizagem dessa ciência no ensino médio, e como resultado, identificaram que esses trabalhadores afirmam que o que aprendem na indústria não teve relação com o que foi ensinado a eles nesse nível de ensino, sendo o conhecimento "químico" que agora possuem estar relacionado ao contexto da vivência dentro da usina. Essa é uma perspectiva interessante a ser observada, pois desde os primeiros documentos oficiais que norteiam o ensino da química há a orientação para esse ensino ser contextualizado e interdisciplinar e que o trabalho seja centrado em meio aos eixos organizadores das dinâmicas interativas de parte das situações reais trazidas do cotidiano (OCEM, 2006). Esse eixo contextualizador também coaduna com as ideias de Santos e Schnetzler, (2003) ao afirmar que:

> A química no ensino médio não pode ser ensinada como um fim em si mesma, senão estaremos fugindo do fim maior da educação básica, que é assegurar ao indivíduo a formação que o habilitará a participar como cidadão na vida em sociedade. Isso implica um ensino contextualizado, no qual o foco não pode ser o conhecimento químico, mas o preparo para o exercício consciente da cidadania (Santos e Schnetzler, 2003, p. 50).

Para além disso, os autores que abordam a proposta a partir do conhecimento dos trabalhadores da indústria de açúcar e álcool na cidade de Itumbiara/GO ainda apontam sobre a importância de promover a formação continuada dos professores para que eles possam aproximar os conteúdos curriculares às necessidades futuras dos alunos**,** especificando que *"o ensino deve ser contextualizado e com temas de interesse regional inseridos no cotidiano dos alunos, como é o caso das atividades relacionadas ao processamento da cana-de-açúcar"*, já que a cidade possui esse tipo de indústria (De Paula Pacheco *et al,* 2017, p. 25).

Mais uma das propostas que foi alocada entre esses quatro que não se enquadram nas categorias pontuadas nesta pesquisa foi o trabalho de Homrich, Ruppenthal e Marques (2019). Na proposta os autores analisam quatro livros didáticos de química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) – 2018, utilizando como técnica de investigação a análise textual discursiva. Para os autores, é possível perceber que em vários trechos o tema alimentação foi apresentado nos

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Livros didáticos, sempre dando ênfase ao consumo de carboidratos/açúcares. De forma geral os autores apontam que esse conteúdo quando explorado em conjunto com outros conhecimentos além da química estão correlacionados com temas como saúde e cultura, podendo ser abordado de forma interdisciplinar com componentes curriculares como a biologia, a história e a geografia.

De forma geral, esta pesquisa permitiu observar que ainda há poucas produções acadêmicas para a abordagem do tema açúcar a partir do processo de ensino e aprendizagem da química, mas que há uma boa variedade de propostas que apresentam algumas possibilidade de ressignificar o ensino desse tema em sala de aula servindo ainda como suporte para os professores de diferentes áreas que querem explorar a abordagem do tema além do seu campo disciplinar.

Considerações finais

Pela observação dos aspectos analisados constatamos que o uso didático da temática produção de açúcar contribuiu no processo de ensino aprendizagem dos estudantes de diferentes níveis de ensino (nível médio, técnico e superior) e a realização de suas atividades podem ser desenvolvidas em relação a diferentes estratégias de ensino cabendo ao professor escolher a melhor forma de aplicar ao seu contexto. Além disso, a maioria das propostas que se caracterizaram como interdisciplinar é apresentada não só como a união do conteúdo de duas ou mais disciplinas científicas, mas procurando buscar uma interação entre os aspectos educacional, social, ambiental, profissional, histórico e nutricional.

É importante ressaltar que apesar do alto número de trabalhos encontrados no primeiro momento da pesquisa, a maioria se refere a trabalhos cujo foco era a abordagem dos aspectos técnicos, referentes à colheita, ao cultivo da cana-de-açúcar e também da produção de outros produtos, tais como a cachaça e o etanol. Após a primeira análise, a quantidade de trabalhos diminuiu de forma considerável, sendo minimizado mais ainda quando a análise tinha como foco as propostas envolvendo atividades em sala de aula. Como podemos observar em vinte anos a média de trabalhos desenvolvidos é de 1,15, pouco mais de um trabalho por ano, confirmando que propostas desenvolvidas na área de ensino envolvendo a produção de açúcar é, ainda, muita limitada, principalmente porque ao analisar dados do IBGE (2017), mostra que o plantio da cana-de-açúcar no território brasileiro está presente em

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

todos os estados do país (IBGE, 2017), algo que configura o tema como relevante e potencial para sua abordagem contextualizada não só a partir do conhecimento químico, mas também a outros campos disciplinares.

Diante das propostas analisadas também foi possível perceber que a maioria dos trabalhos são produzidos a partir do contexto local onde estão situadas as instituições de ensino, ou seja, cidades onde há a presença de usinas de produção de açúcar ou sucroalcooleiras, o que possibilita a abordagem não só de aplicação de um contexto, mas também interdisciplinar já que a maioria das propostas estão sempre retratando o tema a diferentes campos de ensino.

De forma geral, essas discussões abarcam possibilidades de contribuir para a formação de um corpo teórico sobre a abordagem do tema açúcar que visa dar suporte aos professores da educação básica para planejarem suas propostas de ensino utilizando diferentes estratégias, tais como a contextualização e a interdisciplinaridade. Isso é pensando, primeiramente, em função da falta de tempo que os professores enfrentam para planejar suas ações didáticas, já que em sua grande maioria estão envolvidos em diversas ações na escola ou em diferentes escolas para preencher sua carga horária e/ou complementar sua renda, não dispondo de tempo suficiente para planejar essas ações de forma conjunta com outros professores de outros campos do saber. Um segundo fator que também limita o uso desse tipo de proposta é que os livros didáticos, muitas vezes único recurso ao professor para planejar suas aulas, não abordam este tema de forma interdisciplinar e contextualizada limitando a abordagem de um tema tão amplo como este a mera apresentação de conceitos científicos (Homrich, Ruppenthal e Marques, 2019).

Por fim, acreditamos que esta pesquisa pode possibilitar aos professores de química refletir sobre sua prática de ensino e servir como fonte de consulta para formação de novas proposições ou abordagens que envolvam não somente o processo de ensino e aprendizagem dessa ciência, mas também de outros campos do saber, desenvolvendo sua prática de ensino a partir dos seus diferentes contextos.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Teaching proposals on the topic of sugar production in the teaching and learning process of chemistry from 2000 to 2020 in Brazil

Abstract

Sugar production is an important economic activity for Brazil, therefore, a topic that makes it possible to be approached from different subjects in basic education. In this work, a bibliographic research was developed that investigates proposals addressing this theme in journals and events in the area of education and science teaching from two academic portals, the CAPES journal and the Google Academic. The search was carried out covering a period of twenty years and using keywords that relate sugar, education/education and chemistry, resulting in about six thousand four hundred and eighty nine (6,489) articles. After analysis and refinement, it was possible to observe that only twenty-three proposals were aligned with the main objective of the study, which was the investigation of the topic of sugar production in the teaching and learning process of chemistry. or this investigation, content analysis served as support for the texts, helping to point out three categories, such as the use of the sugar theme to: (i) Decrease content fragmentation by relating concepts to more than one area of knowledge; (ii) promote an emphasis on historical and cultural aspects, from a social context and reflect on the pedagogical practice and (iii) show the possibilities of curricular and methodological restructuring that lead to the improvement of teaching and learning processes. The results obtained support the view that activities can be developed in relation to the different teaching strategies with students of different levels. In general, it was possible to identify that the search contributed to broadening discussions on possible ways of approaching the topic in the field of science education, contributing to the advancement of practical and theoretical reflections not only on Chemistry, but also on other curricular components.

Keywords: Sugar production; context; Sugar Cane and Chemistry Teaching

Referências

ABREU, J. B., FERREIRA, D. T., FREITAS, N. M. da S. Os Três Momentos Pedagógicos como possibilidade para inovação didática. **Anais do XI ENPEC**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2017.

ABREU, Rozana Gomes. Contextualização e cotidiano: discursos curriculares na comunidade disciplinar de ensino de química e nas políticas de currículo. **Encontro Nacional de Ensino de Química**, v. 15, 2010.

ALIOTO, Marcelo Rodrigo; CALEFI, Paulo Sergio; DOS REIS, Márcio José. Educação Problematizadora no Ensino de Química: A Indústria Sucroalcooleira como tema gerador de uma Sequência Didática em uma Escola Pública de Sertãozinho-SP. **Revista Iluminart**, São Paulo, v. 1, n. 15, 2017. Disponível em: http://revistailuminart.ti.srt.ifsp.edu.br/index.php/iluminart/article/view/294. Acesso em: 29 out. 2019.

ALVES, Cláudia Thamires da Silva; SIMÕES NETO, José Euzebio. O doce e o amargo: as multifacetas da produção do açúcar e o ensino de química. **ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA**,

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Natal: IFRN, v 2, p. 222-241, 2018. Disponível em: https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/1659/Ensino%20na%20Educacao%20Basico%202%20-%20E-book.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=222. Acesso em: 13 dez. 2020.

BARDIN, J. **L'Ére logique**, Paris: Robert Laffont, 1977.

BERTOCHI, Maria Aparecida Zaghete et al. Moléculas químicas na história do Brasil:"o açúcar" da escravidão às festas juninas. In: **Congresso de Extensão Universitária**. Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2011. p. 526. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/146152/ISSN21769761-2011-06-526.pdf?sequence=1. Acesso em: 13 fev 2020.

BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes *et al*. A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar químico e histórico: uma abordagem interdisciplinar. **Química nova na escola**, v. 35, n. 1, p. 3-10, 2013. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_1/02-PIBID-38-12.pdf. Acesso em: 05 maio 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017. BRASIL. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf. Acesso em: 15 mar. 2019.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 1999.

BRASIL.Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III- Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2000. BRASIL. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf. Acesso em: 15 mar. 2019.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio.Volume 2 - Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em maio 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Balanço nacional de cana de açúcar e agroenergia / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Produção e Agroenergia - Brasília: MAPA/SPAE, 2007. 139 p. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/arquivos-balanco-nacional-da-cana-de-acucar-e-agroenergia-2007/balanco-nacional-da-cana-de-acucar-e-agroenergia-2007.pdf. Acesso em: 27 nov. 2019.

CAREGNATO, Sônia Elisa. GOOGLE ACADÊMICO COMO FERRAMENTA PARA OS ESTUDOS DE CITAÇÕES: Avaliação da Precisão das Buscas por Autor. **Ponto de Acesso,** Salvador, v. 5, n. 3, p. 72-86, dez 201. Disponível em: www.pontodeacesso.ici.ufba.br. Acesso em: 10 dez. 2020.

CARMO, Marina Bueno do et al. Consumo de doces, refrigerantes e bebidas com adição de açúcar entre adolescentes da rede pública de ensino de Piracicaba, São Paulo. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 121-130, 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1415-790X2006000100015. Acesso em: 10 dez. 2020.

CHACON, Eluzir Pedrazzi *et al*. A química na cozinha: possibilidades do tema na formação inicial e continuada de professores. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v8n1.2099. Acesso em: 02 nov 2019.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. v. 7 - Safra 2020/21, n.3 - Terceiro levantamento, dezembro de 2020: Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2013. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar. Acesso em: 02 fev 2021.

DALMOLIN, Viviane Terezinha Sebalhos; PERES, Paulo Edelvar Corrêa; NOGUERA, Jorge Orlando Cuellar. Açúcar e Educação Alimentar: pode o jovem influenciar essa relação?. **Revista Monografias Ambientais**, v. 10, n. 10, p. 2134-2147, 2012. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/index.php/remoa/article/view/6655. Acesso em: 29 out 2019.

DA SILVA, Josiane Rodrigues; ARAÚJO, Sandra Marquez; DO NASCIMENTO GOMIDES, Juliana. Sulfito no açúcar: proposta de ensino contextualizado para aulas de Química no Ensino Médio. **XVI ENEQ/X EDUQUI** - ISSN: 2179-5355, 2012. Disponível em: https://periodicos.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7367/5149. Acesso em: 13 fev 2020.

DE ABREU, Rozana Gomes; CÉSAR, Nathália Terra Barbosa Sathler Lenz. Conceitos Científicos em Destaque: Enfoques da Comunidade Disciplinar de Ensino de Química na QNEsc. **Química nova na escola**, v. 37, n. 2, p. 161-165, 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150064.

DE PAULA PACHECO, Elizabete *et al*. O ensino de Química e sua relação com o mundo do trabalho em duas usinas de açúcar e álcool. **Tecnia**, v. 2, n. 2, p. 25-46, 2018. Disponível em: http://revistas.ifg.edu.br/tecnia/article/view/125. Acesso em: 29 out 2019.

DE QUEIROZ SILVA, Maria Josielma *et al*. Açúcar mascavo e Ensino de Ciências: uma proposta Interdisciplinar. **Blucher Chemistry Proceedings**, v. 3, n. 1, p. 48-55, 2015. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/084a/652649b4288af1ee5e63b17766ce1b9d34da.pdf. Acesso em: 29 out 2019.

DE QUEIROZ SILVA, Maria Josielma, *et al.* Açúcar e Interdisciplinaridade: Análise da concepção de professores de Ensino Médio**. CONEDU - Congresso Nacional de Educação**, 2018. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD1_SA16_ID7620_18092018115600.pdf. Acesso em: 13 fev 2020.

DE SOUZA LEÃO, Isadora; NERY, Ivanilton Almeida; DE FREITAS, Andrea Barbalho Ribeiro. "Museu do açúcar": uma proposta didática de ensino dos carboidratos para o ensino médio. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 2, 2019. Disponível em: https://revistas.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/2508. Acesso em: 13 fev 2020.

DOS SANTOS, Paula ML *et al*. Análise de alimentos: contextualização e interdisciplinaridade em cursos de formação continuada. **Química nova na escola**, v. 38, n. 2, p. 149-156, 2016. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_2/09-RSA-48-14.pdf. Acesso em: 05 maio 2020.

FRANCISCO Júnior, Wilmo Ernesto. Carboidratos: estrutura, propriedades e funções. Química **nova na escola**, v. 29, n. 8, 2008. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc29/03-C-CD-2907.pdf. Acesso em: 05 maio 2020.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17. Ed. (1ª edição: 1970). Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GANDOLFI, Haira Emanuela; ARAGÃO, Thayse Zambon Barbosa; FIGUEIRÔA, S. F. M. Os alambiques no Brasil colônia: uma proposta de abordagem histórica e social no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 3, p. 215-223, 2016. Disponível em: http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_3/05-EA-91-14.pdf. Acesso em: 05 maio 2020.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

GARCIA, Rayani, CARVALHO, Valéria Batista de, CARNEIRO, Washington. Práticas em Educação Ambiental no ensino médio: o uso e destilação de fermentado de caldo de cana de açúcar como ferramenta didática para a educação básica. **Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA)**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 268-276, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.34024/revbea.2019.v14.6830. Acesso em: 13 dez. 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2008. ISBN 978-85-224-5142-5.

GOMES, Isael Minson; CARBO, Leandro; QUEIROZ, Ester Minson Gomes. Ensino de Química associado à indústria sucroalcooleira na Escola Estadual Antonio Ferreira Sobrinho, na cidade de Jaciara, Mato Grosso, Brasil. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 2, n. 2, 2015. Disponível em: https://revistas.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/379. Acesso em: 29 out 2019.

GONZAGA, Rhaysa T.; SANTANDER, Malu A.; REGIANI, Anelise M. A cultura afro-brasileira no ensino de química: a interdisciplinaridade da química e a história da cana-de-açúcar. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 1, p. 25-32, 2019. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc41_1/06-RSA-57-18_ENEQ.pdf. Acesso em: 05 maio 2020.

HEERDT, Mauri Luiz; LEONEL, Vilson**. Metodologia científica e da pesquisa: livro didático.** 5. Ed. rev. e atual. Palhoça: Unisul Virtual, 2007. 266 p. ISBN 978-85-7817-029-5.

HOMRICH, Alana M.; RUPPENTHAL, Nicolle; MARQUES, Carlos A. Alimentação e o Ensino de Química: Uma Análise de Livros Didáticos Aprovados pelo PNLD 2018. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 1, p. 108-116, 2019. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc41_1/13-CP-50-18_ENEQ.pdf. Acesso em: 05 maio 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **A Geografia da cana-de-açúcar**. Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro. IBGE, 2017, 172 p. ISBN 978-85-240-4443-4. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101436. Acesso em 10 fev 2021.

LE COUTEUR, Penny; BURRESON, J. **Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história**; Tradução de Maria Luiza X. De A. Borges. Editora: Jorge Zahar. Rio de Janeiro, 2006.

MANARA, Jussele Anicet**. Matemática no dia a dia-consumo de açúcar**. Orientador: Sérgio Dias Assumpção. 2015. 17 f. TCC (Especialização) - Curso de especialização em Matemática, Mídias Digitais e Didática para a Educação Básica, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2015. Disponível em: http://hdl.handle.net/10183/134131. Acesso em: 10 dez. 2020.

MARTINS, Wallison de Oliveira *et al*. Cana-de-açúcar no estado da Paraíba: contextualização, interdisciplinaridade e experimentação no ensino de química. **CONEDU - Congresso Nacional de Educação**, 2018. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD1_SA16_ID3496_01092018181738.pdf. Acesso em: 30 out 2019.

MUNHOZ, Claudia Leite; CHAGAS, Edvanio; DOS SANTOS VARGAS, Jaqueline. 074-Percepções dos estudantes de curso técnico sobre a cana-de-açúcar sob a ótica de uma visita técnica. **Cadernos de Agroecologia**, v. 7, n. 2, 2012. Disponível em: http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/13129/8733. Acesso em: 30 out 2019.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

PEIXOTO, Carlos Roberto de Menezes *et al*. Miniprojeto para ensino de química geral experimental baseado na fermentação do caldo de cana-de-açúcar. **Química Nova**, v. 35, n. 8, p. 1686-1691, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000800032. Acesso em: 13 fev 2020.

PERIN, Conceição Solange Bution; MALAVASI, Silvana. A interdisciplinaridade e a formação do professor: breves considerações. **Revista Internacional de Formação de Professores**, v. 4, n. 2, p. 98-112, 2019.

PRETTO, Diego Augusto da Rosa; SLAVUTZKY, Sonia Maria Blauth de. Quantidade de açúcar nos alimentos comprados pela rede municipal de Porto Alegre para o preparo de merendas escolares em 2002. **Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre**, Porto Alegre, v. 45, n. 2, p. 50-53, 2004. Disponível em: **https://doi.org/10.22456/2177-0018.7667**. Acesso em: 10 dez. 2020.

SANTANA, Raíza Carla Mattos; TERRA, Vilma Reis; LEITE, Sidnei Quezada Meireles. Do Caldo de Cana ao Açúcar: estudo cultural com enfoque CTS/CTSA na Educação Química Interdisciplinar. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, 2017. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1046-1.pdf. Acesso em: 12 ago 2020.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 3ª edição, Ijuí: Editora da Unijuí, 2003.

SILVA, Aline dos Santos; LUCENA NETO, Marciano Henrique de. Cana-de-açúcar como tema gerador no ensino de química. **V CONAPESC - Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino Em Ciência**, 2016. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2016/TRABALHO_EV058_MD4_SA87_ID2289_17052016145913.pdf. Acesso em: 08 dez 2019.

SILVA, Reginaldo F. da, et al. Cana-de-açúcar: uma experiência com alunos da educação de jovens e adultos (EJA). **Semana de Educação, Ciência e Tecnologia – SECITEC**, 2017. Disponível em: http://eventos.ifg.edu.br/secitecitumbiara/wp-content/uploads/sites/9/2018/03/32.-Cana-de-a%C3%A7%C3%BAcar-Uma-experi%C3%AAncia-com-alunos-da-EJA.pdf. Acesso em: 08 dez 2019.

SILVA, Ricardo Oliveira. Cana de mel, sabor de fel–capitania de Pernambuco: uma intervenção pedagógica com caráter multi e interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 90-94, 2010. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_2/06-RSA-3209.pdf. Acesso em: 05 maio 2020.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Inquiry-based science education: revisão de uma década de produções científicas

Fabiana Pauletti*, Carla Morais**

Resumo

As pesquisas voltadas a educação científica, especificamente, sobre o tema do *Inquiry-Based Science Education* (IBSE) eclodiram nos últimos anos. Investigar os principais contextos de aplicação, descobertas, dificuldades e desafios advindos do uso do IBSE na Educação Básica de Ciências. Foi realizada uma revisão de literatura, utilizando uma década de produções científicas – entre 2006 e 2016 – a partir da plataforma de busca avançada da Universidade do Porto que é fornecida pela EBSCO. O *corpus* de análise compreendeu 45 artigos. Os principais resultados indicam que o IBSE tem sido considerado uma abordagem muito eficaz, estimulando os estudantes a questionar e propor problemas, na construção de hipóteses e na divulgação e justificação dos resultados atingidos. A abordagem do IBSE permite que os estudantes aprendam num processo investigativo semelhante ao método científico, de modo cooperativo, construindo conexões com conceitos científicos e com questões cotidianas e preparando os estudantes para uma aprendizagem ao longo da vida. A prática do IBSE nas escolas não é uma tarefa fácil, existindo muitos desafios e dificuldades para os professores e estudantes, contudo, essas dificuldades e desafios impostos a prática do IBSE devem ser explorados e debatidos a fim de ser superados.

Palavras-chave: *Inquiry-based science education*; Educação Básica; revisão de literatura.

* Estágio Pós-doutoral em Educação no Programa de Pós-Graduação em Educação pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Doutora em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Mestre em Educação e Licenciada em Química pela UCS. Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). E-mail: fpauletti@utfpr.edu.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5896-5110

** Licenciada em Química, Mestre em Educação Multimédia e Doutorada em Ensino e Divulgação das Ciências pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP). É Professora Auxiliar e membro da Unidade de Ensino das Ciências nessa Faculdade. É também membro do Centro de Investigação em Química da Universidade do Porto (CIQUP – RG5: Educação, Comunicação de Ciência e Sociedade). Email: cmorais@fc.up.pt. ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2136-0019

https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.12630
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
Recebido em: 02/06/2021 – Aceito em 04/11/2021
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

O *Inquiry-Based Science Education* (IBSE) tem sido amplamente recomendando como modo de ensinar Ciências desde que os Estados Unidos da América (EUA) publicaram em 1996 o documento "*National Science Education Standards*" (NRC, 1996). De lá para cá outros documentos enfatizaram o *inquiry*, como, por exemplo, o "*Inquiry and the National Science Education Standards: a Guide for Teaching and Learning*" também publicado pela NRC. Contudo, Deboer (2006) é bastante preciso ao datar que desde meados do século XIX, o *inquiry* tem composto o espectro educacionnal. Zômpero e Laburú (2011, p. 71) são mais precisos ao delinear que "a inclusão do *inquiry* na educação científica foi recomendada por Dewey a partir do livro *Logic: the theory of inquiry*, publicado em 1938".

Percebe-se que ensinar Ciências pelo *inquiry*, é um anseio ainda do século passado e sem dúvida um ensejo contemporâneo. Isso se justifica porque ensinar Ciências mediante o *inquiry* é possibilitar que os estudantes tenham um protagonismo no processo de ensino e de aprendizagem, na medida que os estudantes são desafiados a comunicar o que já conhecem (DURAN *et al*., 2009), a elaborarem suas próprias perguntas (MEYER; CRAWFORD, 2011), reunir evidências (MARX *et al*., 2004), fazerem previsões e a interpretar e comunicar as conclusões atingidas (BHATTACHARYYA *et al*., 2013). Esse direcionamento além de incluir os estudantes ainda no limiar da investigação, possibilita que eles construam explicações derivadas dos conceitos científicos e de sua experiência (MARX *et al*., 2004), aprendam a usarem o conhecimento científico para gerar e criticar processos e produtos científicos (THADANI *et al*., 2010), possibilitando, ainda, que os estudantes participem dos processos e dos tipos de pensamentos próprios dos cientistas (MARX *et al*., 2004), além de estimular o pensamento científico de um modo bastante atraente (DE-JONCKHEERE *et al*., 2016). Em síntese, ensinar Ciências mediante o IBSE é criar oportunidades para os estudantes se envolverem e desenvolverem uma compreensão aprofundada da ciência (MEYER; CRAWFORD, 2011), fomentando o protagonismo e minimizando os problemas decorrentes da motivação e da falta de interesse dos estudantes (DEBOER, 2006; SANGER, 2008; DODICK; ARGAMON; CHASE, 2009; IOANNIDOU *et al*., 2010; SANTAU; RITTER, 2013; CHOWDHURY, 2014).

É importante indicar que em contexo brasileiro, por exemplo, existe o chamado ensino por investigação que se aproxima da proposição do IBSE, foco deste estudo.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Conforme Carvalho (2018) o ensino por investigação, consiste numa proposta de ensinar conteúdos programáticos a partir de um ambiente construídos pelo professor que permita que os estudantes pensem, leiam e reflitam sobre a estrutura do conhecimento, evidenciando argumentos construídos e escrevam sobre o assunto estudado. Em síntese, as principais etapas do ensino por investigação são: o problema, que deve ser proposto pelo professor; a sistematização do conhecimento que deve ser construída pelo grupo de estudantes e com auxílio do professor; e, a escrita ou o desenho sobre o entendimento daquela situação investigativa (CARVALHO, 2013).

Este estudo é decorrente de uma Revisão de Literatura (PICKERING; BYRNE, 2014) e o *corpus* de análise foi composto por artigos voltados a Educação Básica de Ciências. São 45 artigos que compõe o *corpus* de análise, contudo, apenas 33 puderam ser classificados em algum nível escolar (Tabela 1). Os demais artigos do nosso *corpus* envolviam mais de um nível escolar, como, por exemplo; quatro artigos voltados ao Ensino Fundamental e ao Ensino Médio. Outros quatro artigos, foram desenvolvidos no âmago do Ensino Superior com vistas a aplicação no Ensino Fundamental e na Educação Básica. E, quatro artigos não estavam direcionados especificamente para nenhum nível escolar, mas acenavam para a Educação Básica.

Tabela 1: Quantidade de artigos em cada nível escolar

Nível escolar	Quantidade de artigos
Educação Infantil	3
Ensino Fundamental	19
Ensino Médio	11

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Desse modo, o presente artigo tem por objetivo investigar os principais resultados decorrentes da utilização do IBSE na última década na Educação Básica de Ciências. Para isso, as questões que orientam este trabalho são:

1) Quais são os principais resultados decorrentes da utilização do IBSE na Educação Básica de Ciências?
2) Quais são as principais dificuldades no uso do IBSE na Educação Básica de Ciências?
3) Quais são os principais desafios impostos à aplicação do IBSE na Educação Básica de Ciências?

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Encontrar respostas para essas questões, pode ser um meio também de demonstrar para a comunidade científica e para os professores de Ciências a importância da adoção do IBSE, bem como os principais resultados decorrentes dessa prática investigativa. As principais dificuldades enfrentadas pelos estudantes e pelos professores ao aprender e ensinar Ciências mediante o IBSE, também podem auxiliar tanto os pesquisadores, como os professores de Ciências a construírem estratégias visando a minimização dessas e de outras dificuldades emergentes. O apontamento dos principais desafios pode municiar todos os sujeitos do contexto escolar, bem como do contexto universitário a promover formação continuada para professores de Ciências a fim de superar os desafios emergentes decorrentes dessa prática.

Método

Nesta seção descrevemos a abordagem metodológica utilizada para realizar a revisão de literatura, considerando as 15 fases propostas por Pickering e Byrne (2014). A base de dados, os filtros e os critérios de inclusão e de exclusão, bem como as combinações das palavras-chave para realizar esta pesquisa.

Procedimento

A investigação foi realizada através do "Serviço Descoberta U.PORTO" (http://descoberta.up.pt). A biblioteca virtual da Universidade do Porto disponibiliza o serviço de descoberta *EBSCO Discovery Service*, que permite efetuar pesquisas em todos os recusos eletrônicos subscritos por esta universidade e respetivamente indexados em diferentes bases de dados como, por exemplo, *Web of Science, SCOPUS, Academic Search Complete* e *ERIC*, dentre outras.

Determinamos critérios de inclusão e de exclusão diretamente na busca avançada na base de dados, mediante a ativação dos filtros presentes na plataforma. Os filtros utilizados foram: i) apenas artigos completos publicados em revistas acadêmicas; ii) no idioma inglês; iii) no período de publicação 2006 até 2016.

O conjunto de palavras-chave utilizadas para busca foram: "*inquiry-based science education*", "*science teaching*" e "*chemistry education*". Em relação às palavras-chave utilizadas na busca avançada, cabe citar que realizamos várias buscas com outras combinações, tais como, "*inquiry-based science education*" e "chemistry teaching",

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

"*inquiry-based science education*" e "*science teaching*", variando o campo, ou seja, selecionando se essas palavras deveriam constar no título ou no resumo dos artigos completos. Assim diante de várias combinações dessas palavras-chave é que as buscas mais representativas são decorrentes das palavras-chave "*inquiry-based science education*" no campo resumo e "*science teaching*" no campo título e a combinação das palavras-chave "*inquiry-based science education*" e "*chemistry education*" ambas no campo resumo. Em resultado, 62 artigos completos fizeram parte do *corpus* de análise inicial. Essa busca avançada foi realizada entre maio e junho de 2017.

A leitura do resumo dos artigos não foi suficiente para extrair as informações necessárias para esta pesquisa. Assim, para além da leitura de todos os resumos, uma pesquisadora leu as conclusões e, em alguns casos, todo o artigo e começou a construir a base de dados numa planilha *Excel*. Uma vez concluída esta primeira análise e codificação, os artigos foram revisados novamente pelas duas pesquisadoras/autoras a fim de rever a codificação realizada e discutir a permanência ou não de alguns artigos no *corpus* de análise. Foram excluídos os artigos que não estivessem dentro do foco do IBSE, isto é, artigos que apenas apontavam num único parágrafo que a prática do IBSE poderia resolver determinada problemática, mas sem abordar esse método. Muitos artigos voltados para a formação de professores, foram excluídos porque apresentavam o IBSE, como um método necessário a ser trabalhado nessa formação, no entanto, não apresentavam qualquer resultado relacionado com o IBSE. Os artigos voltados somente para a Educação Superior também foram exluídos deste *corpus* de análise, visto que o foco do presente estudo é a Educação Básica. Em resultado, esses artigos foram codificados, analisados e discutidos individualmente entre as pesquisadoras/autoras e assim definiu-se o *corpus* de análise final com 45 artigos.

Corpus de análise

O *corpus* de análise compreende um total de 45 artigos completos publicados em revistas científicas indexadas (*Web of Science e SCOPUS*) e *proceedings* de conferências também indexadas (Quadro 1).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Quadro 1: Revistas das quais são provenientes os artigos analisados

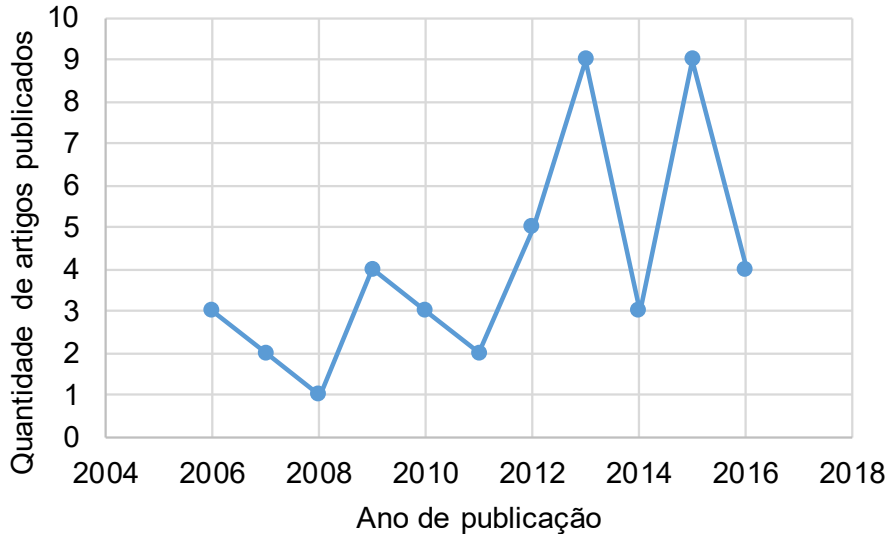
Revistas científicas	ISSN / e-ISSN	Número de artigos
AIP Conference Proceedings	1551-7616	2
American Biology Teacher	0002-7685	1
Asia-Pacific Education Researcher	2243-7908	1
Biochemistry & Molecular Biology Education	1539-3429	1
Computer-Supported Collaborative Learning	1556-1615	1
Electronic Journal of Science Education	1087-3430	1
Equity & Excellence in Education	1547-3457	1
Eurasia - Journal of Mathematics, Science & Technology Education	1305-8223	3
Frontiers of Education in China	1673-3533	1
International Electronic Journal of Elementary Education - IEJEE	1307-9298	1
International Journal of Environmental & Science Education	1306-3065	2
International Journal of Science & Mathematics Education	1571-0068	1
International Journal of Science Education	1979-1986	4
Journal of Chemical Education	0021-9584	4
Journal of College Science Teaching	0047-231X	1
Journal of Elementary Science Education	1090-185X	1
Journal of Research in Science Teaching	0022-4308	1
Journal of Science & Arts	1844-9581	1
Journal of Science Education & Technology	1059-0145	1
Journal of Science Teacher Education	1573-1847	1
New Horizons in Education	1818-3352	1
Problems of Education in the 21st Century	1822-7864	1
Procedia - Social and Behavioral Sciences	1877-0428	4
Research in Science & Technological Education	1470-1138	1
Review of Educational Research	1935-1046	1
Science Education International	2077-2327	2
Studies in Science Education	1940-8412	1
Sustainability	2071-1050	1
The New Educator	1547-688X	1
The Science Teacher	0036-8555	1
Urban Review	1573-1960	1

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Esses artigos foram publicados ininterruptamente de 2006 a 2016, com uma média de cerca de cinco artigos por ano; variando de um único artigo publicado em 2008 a nove artigos publicados em 2013 e 2015 (Gráfico 1).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

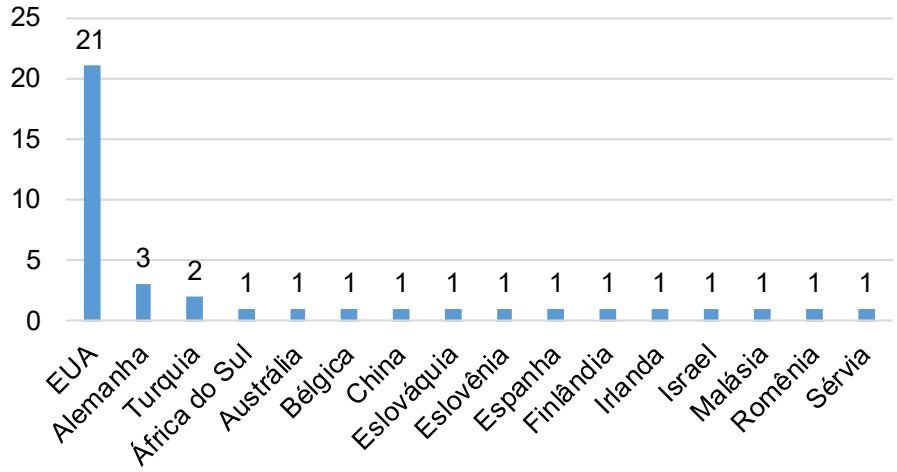
Gráfico 1: Artigos publicados por ano na década de 2006 a 2016



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Os artigos são na sua maioria de pesquisadores americanos, num total de 21 artigos. Três artigos desse *corpus* de análise são provenientes da Alemanha e dois da Turquia. O restante de artigos, são provenientes de países diferentes, com especial destaque para países da Europa (Gráfico 2).

Gráfico 2: Países de proveniência dos artigos analisados



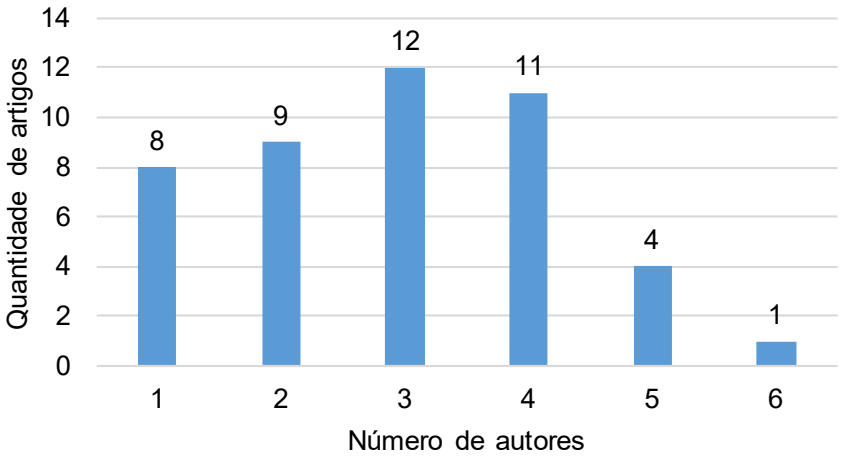
Fonte: Elaborado pelas autoras.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Ademais, existem seis artigos que foram produzidos com coautoria de diferentes países. Os EUA, por exemplo, destacam-se por participar de cinco dessas coautorias juntamente com China, Alemanha, Irlanda, República da Coreia e Turquia. Enquanto que a República da Coréia participa de duas coautorias; uma com a Austrália e a outra já citada com EUA.

Um total de 131 autores estiveram envolvidos na produção dos artigos que constituem o nosso *corpus* de análise, sendo 84 mulheres e 47 homens. Cada artigo envolveu no mínimo um e no máximo seis autores (Gráfico 3).

Gráfico 3: Número de autores nos artigos analisados



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Categorias de análise

O *corpus* de análise foi classificado e codificado tendo em conta as seguintes categorias:

i) Principais resultados decorrentes da utilização do IBSE na Educação Básica de Ciências. Esta categoria apresenta duas subcategorias: a primeira aborda os principais resultados do uso do IBSE na perspectiva dos estudantes; e, a segunda subcategoria, aborda os principais resultados do uso do IBSE na perspectiva dos professores.

ii) Principais dificuldades enfrentadas na implementação do IBSE na Educação Básica de Ciências.

iii) Principais desafios impostos a implementação do IBSE na Educação Básica de Ciências.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Resultados

Neste item vamos apresentar os resultados de forma a responder às três questões de investigação que orientaram este trabalho, a saber:

1) Quais são os principais resultados decorrentes da utilização do IBSE na Educação Básica de Ciências?
2) Quais são as principais dificuldades no uso do IBSE na Educação Básica de Ciências?
3) Quais são os principais desafios impostos à aplicação do IBSE na Educação Básica de Ciências?

Principais resultados decorrentes da abordagem IBSE

Nesta categoria apresentamos os principais resultados decorrentes da utilização do IBSE na Educação Básica de Ciências em contextos internacionais.

Entre os vários autores que recomendam a abordagem do IBSE para o ensino de Ciências, como, por exemplo: Malina; Plunk; Lindell (2006), Sanger (2008), Desantis (2009), Furtado (2010), Leonard *et al*., (2011), Garner, Siol e Eilks (2015). Variano e Taylor (2006, p. 4, tradução nossa) defendem o uso do IBSE em qualquer momento nas aulas de Ciências, seja mediante projetos de curto ou longo prazo a fim de "[...] permitir aos estudantes fazerem perguntas científicas, pensar em formas apropriadas para resolver suas questões e aprender a analisar criticamente evidências para chegar a conclusões apropriadas". Korolija *et al*., (2009, p. 117, tradução nossa) corroboram essa perspectiva relatando que a aprendizagem é beneficiada amplamente por meio de uma abordagem de IBSE "[...] em comparação com o método tradicional de ensino [...]". Isso ocorre porque os estudantes aprendem a fazer perguntas, compreendem e aprendem no sentido de "[...] distribuírem adequadamente o desempenho das tarefas experimentais em um grupo, atitudes em relação ao trabalho e ao local de trabalho, interesse em trabalho extra, desejo de experimentar novas reações [...]" (KOROLIJA *et al*., 2009, p. 117, tradução nossa).

Em outras palavras, os estudantes podem aprender os conceitos da ciência mediante métodos semelhantes aos empregados pelos cientistas (LONG, 2006; DESANTIS, 2009), criar conexões entre os conceitos científicos da ciência, com os acontecimentos e as questões do contexto (MAMLOK-NAAMAN; BARNEA, 2012; ZOELLNER; CHANT; WOOD, 2014).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Em relação ao estudo coletivo ou individual no trabalho investigativo, poucos artigos abordam essa questão, mas é recomendável que existam momentos em que os estudantes trabalhem em pequenos grupos e em momentos que cada estudante trabalhe individualmente. Variano e Taylor (2006), por exemplo, citam que os estudantes podem trabalhar coletivamente ou individualmente no IBSE. A colaboração fomentada nesse modo de ensinar, também é destacada por alguns pesquisadores (DURAN *et al.*, 2009, DESANTIS, 2009; MAGEE; FLESSNER, 2012). Nesse espectro, ensinar Ciências mediante o IBSE prevê um aumento significativo da interação (BHATTACHARYYA *et al*., 2013; NAM; SEUNG; GO, 2013), do interesse (SIKES; SCHWARTZ-BLOOM, 2009; KING, 2012), da motivação (KOROLIJA *et al.*, 2009; DONNELLY; MCGARR; O'REILLY, 2014; MUMBA *et al.*, 2015) e do entusiasmo dos estudantes (SHAMSUDIN; ABDULLAH; YAAMAT, 2013). Em síntese, o IBSE aproxima os conceitos científicos do contexto dos estudantes visto que os ajuda a determinar o que é importante numa investigação, a elaborar um esquema/experimento, bem como a perceber o que ainda não sabe e o que precisa aprender (HODOSYOVÁ *et al.*, 2015).

Os estudantes e o IBSE: principais resultados

Nesta subcategoria abordamos os principais resultados da utilização do IBSE no ensino de Ciências na perspectiva dos estudantes. De acordo com alguns autores o IBSE é importante porque possibilita que os estudantes aprendem a pensar por si próprios (MALINA; PLUNK; LINDELL, 2006), e a vivenciar experiências (ZOELLNER; CHANT; WOOD, 2014), preparando-os para uma aprendizagem ao longo da vida (DRĂGHICESCU *et al.*, 2013). Thadani *et al.*, (2010) ao relatarem uma intervenção científica em três escolas através do IBSE comprovaram que os estudantes que frequentaram essas aulas apresentaram maiores ganhos em aprendizagem. Nesse sentido, além de avanços na aprendizagem, é de grande importância realizar ações investigativas a fim de imergir as crianças na prática da ciência.

No entanto, algumas lacunas relativas aos estudantes nesse processo são apontadas por alguns pesquisadores e devem ser cuidadosamente observadas. Os resultados obtidos por Nehring *et al.*, (2015, p. 1358, tradução nossa) sugerem que "[...] os estudantes dependem em grande medida de diferentes competências e características na resolução de problemas por investigação, sendo que as variáveis cognitivas, como, inteligência, carga cognitiva e conhecimento conceitual [...]" são essenciais para

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

esta prática. Ainda, de acordo com estes autores, existem variáveis que interferem diretamente na aprendizagem por via do IBSE, como, o *status* social, a linguagem falada no ambiente familiar, a quantidade de livros na casa dos estudantes e a motivação. Ramnarain (2015) alerta quanto à carência dos estudantes em relação ao pensar científico. Um possível caminho para superar esse diagnóstico é sugerido por Dejonckheere *et al.*, (2016, p. 538, tradução nossa) "[...] o engajamento precoce na ciência estimula o desenvolvimento de conceitos de si mesmo como aprendiz de ciência e participante no processo de ciência". Segundo esses autores, estimular o pensamento científico nas crianças de modo apropriado para cada idade pode ser um caminho de despertar o estudante para a ciência. Nehring *et al.*, (2015, p. 1359, tradução nossa), no entanto, ressaltam que os "estudantes dos níveis secundários são melhores nas atividades de investigação, pois seus conhecimentos conceituais, a inteligência e a capacidade para lidar com as informações complexas são mais elaboradas".

Akkus, Gunel e Hand (2007) apresentam um estudo que visa comparar a eficácia de uma abordagem baseada no IBSE em relação às práticas tradicionais de ensino com objetivo de examinar o desempenho dos estudantes na implementação dessas duas formas de ensino. Curiosamente, os autores constaram que os estudantes de menor desempenho se beneficiam mais com a implementação do IBSE, enquanto que "[...] o escore médio para os estudantes de alto desempenho em qualquer condição de tratamento não variou - assim, qualquer abordagem foi igualmente valiosa para estudantes de alto desempenho porque eles foram capazes de se adaptar" (AKKUS; GUNEL; HAND, 2007, p. 1762, tradução nossa). Contudo, os estudantes de baixo desempenho não obtiveram bons resultados no ensino tradicional. Assim, os resultados deste estudo sugerem que os estudantes de menor desempenho podem obter melhores aprendizagens numa abordagem investigativa, mas para isso é necessário que tenham oportunidades investigativas, isto é, "[...] precisam ter oportunidades para debater e discutir reivindicações e padrões de evidência antes de ter que escrever seus argumentos científicos [...]" (AKKUS; GUNEL; HAND, 2007, p. 1763, tradução nossa). Loannidou *et al.*, (2010) corroboram esse resultado, destacando que os estudantes com menor desempenho ficam mais interessados e envolvidos na ciência do que os estudantes com níveis mais avançados.

Em contrapartida, Gao (2014), ao examinar se o ensino por IBSE é mais eficaz do que o ensino tradicional em três países diferentes (Singapura, China e Estados

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Unidos), concluiu que "para os estudantes de baixo desempenho, nenhum dos itens de prática de ensino baseado em investigação (IBSE) medidos teve uma relação significativa com as realizações científicas em qualquer nível de desempenho de estudantes em qualquer país/região [...]" (GAO, 2014, p. 519, tradução nossa). Ademais, "[...] este estudo sugere que quase nenhuma dessas práticas de ensino por investigação (IBSE) e ensino tradicional são um preditor positivo para o desenvolvimento científico dos estudantes com níveis médios e altos de desempenho em qualquer um dos três lugares" (GAO, 2014, p. 542, tradução nossa). No entanto, ao afirmar que os estudantes com baixo desempenho não obtiveram ganhos na aprendizagem da ciência mediante o IBSE, abre-se uma lacuna que requer mais pesquisas que visem explorar essa divergência apresentada nessas pesquisas. Tendo em vista que o estudo de Gao (2014) é o mais recente e é composto de contextos culturais diferentes, é necessário que novos estudos sejam realizados a fim de aprofundar e examinar esses resultados dissonantes, bem como dilatar a compreensão sobre o impacto do uso do IBSE para estudantes de diferentes níveis.

Os professores e o IBSE: principais resultados

Nesta subcategoria abordamos os principais resultados da utilização do IBSE no ensino de Ciências na perspectiva dos professores. De acordo com o *corpus* de análise verificou-se um certo consenso em torno da ideia de que os cursos voltados ao desenvolvimento profissional, bem como projetos relativos ao IBSE fornecem benefícios significativos para os professores (ROEHRIG; KRUSE; KERN, 2007; SANGER, 2008; MURPHY; MANCINI-SAMUELSON, 2012; SAVEC; DEVETAK, 2013; MCLOUGHLIN *et al.*, 2015). Esses benefícios incluem; minimizar as dúvidas e a ansiedade dos professores em relação ao uso do IBSE (FURTADO, 2010), favorecer a cooperação (LEONARD *et al.*, 2011), promover discussões entre os sujeitos do processo (NAM; SEUNG; GO, 2013), contemplar os problemas emergentes (FURTADO, 2010), influenciar as concepções sobre a natureza da ciência (SANGER, 2008), favorecer o desenvolvimento e localização de novos recursos para ensinar Ciências (FURTADO, 2010), fortalecer visões de como a ciência é ensinada e aprendida (SANGER, 2008), potencializar a qualidade da aula (ROEHRIG *et al.*, 2011), subsidiar a compreensão conceitual da ciência (KING, 2012; SOPRANO; YANG, 2013; SULLIVAN-WATTS *et al.*, 2013) e consequente desenvolver de novas

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

competências que propiciam o aumento da compreensão sobre o IBSE (SOPRANO; YANG, 2013; DEJONCKHEERE *et al*., 2016).

Em síntese, os resultados decorrentes da utilização do IBSE na Educação Básica de Ciências na perspectiva dos professores nos fornecem subsídios suficientes para advogar em favor dessa prática. Sanger (2008, p. 301, tradução nossa) destaca a eficácia dos cursos voltados à formação dos professores de Ciências por meio do IBSE, pois "[...] levou a um maior interesse e à confiança no ensino da Ciência no Ensino Fundamental, e a uma maior probabilidade de que eles ensinem Ciências utilizando o IBSE". Roehrig *et al*., (2011) destacam que após um programa de desenvolvimento profissional as atitudes dos professores melhoraram significativamente. Decorre dali a relevância desses cursos, não só para a formação docente, mas também para que mudanças nas práticas pedagógicas se efetivem. Magee e Flessner (2012) acreditam que um dos modos dos professores utilizarem o IBSE é possibilitar inúmeras experiências dessa natureza para ajudá-los a identificar, aprender e trabalhar de forma prática.

Em contrapartida, é preciso destacar que para ensinar Ciências mediante o IBSE é necessário que os professores tenham profundo conhecimento do conteúdo científico que se propõe a investigar (BHATTACHARYYA *et al.*, 2013). Esse alerta deve-se, possivelmente, porque "ensinar usando o IBSE é muito mais complexo e diferente do ensino tradicional em sala de aula. Exige do professor diferentes tipos de competências e um alto nível de especialização" (MAMLOK-NAAMAN; BARNEA, 2012, p. 50, tradução nossa). Assim, é necessário que os programas de formação continuada para docentes e os cursos de licenciatura abordem sistematicamente o IBSE para capacitar esses profissionais, além de potencializar a confiança no uso dessa prática pedagógica. Isso se faz necessário, porque alguns estudos apontaram a formação incipiente e inadequada dos professores em relação ao IBSE (ROEHRIG; KRUSE; KERN, 2007; PARK; CHU; MARTIN, 2016). Além disso, Ratinen *et al.*, (2015) descobriram que nem sempre existe coerência das crenças dos professores com o modo de ensinar Ciências mediante o IBSE, visto que alguns professores conheciam o IBSE, entretanto, não conseguiam adotá-lo em sala de aula. Krämer, Nessler e Schlüter (2015), por exemplo, fizeram um estudo exploratório com intuito de identificar as principais problemáticas dos professores em relação ao IBSE e descobriram que os problemas se iniciam ainda na formação e são exibidos nas próprias autoavaliações desses sujeitos quando "[...] os professores percebem sub-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

jetivamente que não possuem conhecimento pedagógico e funcional" (NESSLER; SCHLÜTER, 2015, p. 339, tradução nossa) para ensinar mediante o IBSE. Nam, Seung e Go (2013, p. 831, tradução nossa) ao investigar um programa de tutoria colaborativa, com foco no ensino de Ciências baseado no IBSE, atestaram "[...] que os professores iniciantes não possuíam conhecimento prático sobre o ensino por meio da investigação".

Em contrapartida, Santau e Ritter (2013), ao entrevistarem professores descobriram que os novatos possuíam ideias mais sofisticadas, articuladas e detalhadas sobre o IBSE, se comparado com os professores mais veteranos, os quais mencionaram ensinar Ciências predominantemente por práticas tradicionais. De acordo com os autores, esses resultados refletem que as reformas educacionais estão sendo efetivadas na prática. No entanto, nem os professores veteranos e nem os novatos pareciam conhecer muitos estudos baseados no IBSE. Isso indica que ambos os professores, provavelmente, não farão uso do IBSE para ensinar cotidianamente.

Dessa maneira, urge a necessidade de superar possíveis resistências dos professores, visto que segundo King (2012) mesmo após 20 anos de implementação de práticas investigativas existem professores que ainda relutam na adoção desse modo de ensinar.

Principais dificuldades enfrentadas na implementação do IBSE

Nesta categoria, apresentamos as principais dificuldades no uso do IBSE na Educação Básica de Ciências. Destacamos que nem sempre os autores dos artigos analisados expuseram as possíveis dificuldades emergentes do uso do IBSE. Magee e Flessner (2012) salientam o quão difícil é entender e fazer uso do IBSE para ensinar. Já para outros autores a dificildade perpassa o descrever, caracterizar e implementar o IBSE em sala de aula (FURTAK *et al.*, 2012, SANTAU; RITTER, 2013; DONNELLY; MCGARR; O'REILLY, 2014). Akkus, Gunel e Hand (2007, p. 1745, tradução nossa) destacam que "a parte difícil para o sucesso é mudar as práticas dos professores das formas de ensino tradicionais percebidas para abordagens mais baseadas em investigação". A falta de conhecimento prático dos professores e a pouca participação dos estudantes também representaram dificuldades na prática do IBSE.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Unlu, Dokme e Tufekci (2015, p. 51, tradução nossa) demonstram as dificuldades relativas às múltiplas funções do docente: "[...] foi difícil para o professor também ser o pesquisador, tanto para fornecer orientação quanto para fazer observações no processo de atividade". Bhattacharyya *et al.*, (2013) destacam que a falta de conhecimento do conteúdo por parte de alguns professores limitou a prática do IBSE, visto que a confiança desses docentes não foi adequada. Park, Chu e Martin (2016) também pontuam o conhecimento limitado do conteúdo científico como uma dificuldade emergente. Em relação às dificuldades decorrentes da aplicação do IBSE pela perspectiva dos professores Rodríguez-Arteche e Martínez-Aznar (2016) apresentam uma série de dúvidas que esses sujeitos tiveram na pratica do IBSE, desde identificar variáveis, tomar decisões e analisar criticamente os resultados obtidos.

Já em relação às principais dificuldades dos estudantes decorrentes do IBSE no ensino de Ciências, King (2012) destaca que esses sujeitos possuem dificuldades de aplicar os conceitos aprendidos por meio do IBSE em contextos externos à escola. Nehring *et al.*, (2015, p. 1344, tradução nossa) mostram que "[...] os estudantes têm dificuldades em desenvolver competências de investigação científica e uma compreensão adequada sobre a natureza da investigação científica". Em outras palavras, Shamsudin, Abdullah e Yaamat (2013, p. 584, tradução nossa) apontam que existem "[...] dificuldades em despertar e manter os interesses dos estudantes à medida que se envolviam com o IBSE".

A falta de acesso aos recursos e materiais necessários para o IBSE também foi apontada por Roehrig *et al.*, (2011, p. 573, tradução nossa): "[...] os professores relataram não ter acesso a livros e recursos científicos ou matemáticos". Garner, Siol e Eilks (2015, p. 1809, tradução nossa) também acenam para a falta de materiais e outras limitações como: "[...] equipamento insuficiente, restrições de tempo e limitações nas instalações escolares". Ramnarain (2015) destaca que muitas escolas, sobretudo, as das áreas rurais não possuem equipamentos básicos e laboratórios, condições, essas, que muitas vezes inviabilizam a prática do IBSE. Por fim, a defasagem estrutural e a carência de recursos e materiais, bem como a falta de tempo também foram apontadas por alguns professores como dificuldades decorrentes da prática do IBSE (KRÄMER; NESSLER; SCHLÜTER, 2015).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Principais desafios impostos a implementação do IBSE

Nesta categoria apresentamos os principais desafios impostos à aplicação do IBSE na Educação Básica de Ciências. Consideramos nesta categoria como sinônimas as demandas e as necessidades que emergem do IBSE. Convém salientar, também, que nem todos os autores desse *corpus* de análise apontaram os desafios impostos ao IBSE no contexto investigado.

Ratinen *et al.*, (2015) destacam que o principal desafio imposto ao IBSE no ensino de Ciências é a superação da cultura escolar dominante, visto que esta não permite inovações, tão pouco a formação inicial e continuada dos professores a partir de outras (novas) perspectivas didáticas. Desantis (2009) destaca que o desafio é ainda a utilização do IBSE. King (2012) também corrobora essa perspectiva e acrescenta que a maioria das aulas de Química ainda não utiliza o IBSE. Santau e Ritter (2013, p. 258, tradução nossa) salientam que os padrões e as diretrizes que outorgam o IBSE "[...] são frequentemente subestimados, mal interpretados ou não implementados [...]". Para Garner, Siol e Eilks (2015, p. 1801, tradução nossa) o desafio é a incorporação de ambientes informais (ou não formais): "os ambientes de aprendizagem fora da escola precisam ser incorporados". Já para Duran *et al.*, (2009), a variedade de termos utilizados por diferentes pesquisadores, dificulta a compreensão dessa prática. Sendo assim, o desafio é estabelecer critérios que configurem e definam o IBSE numa linguagem universal.

Contudo, outros pesquisadores destacam que os desafios vão desde a inserção da tecnologia educacional (MALINA; PLUNK; LINDELL, 2006; ÇETIN, 2016), a redução com a preocupação demasiada com o sucesso escolar (SHAMSUDIN; ABDULLAH; YAAMAT, 2013), a escolha das atividades adequadas para a investigação (SOPRANO; YANG, 2013), o atendimento às necessidades dos professores (ROEHRIG *et al.*, 2011) e a integração da ciência com a leitura e com a escrita (FURTADO, 2010).

Soprano e Yang (2013) apontam que a abordagem do IBSE é ainda um desafio na formação dos professores. Para Roehrig *et al.*, (2011, p. 577, tradução nossa) é ainda um desafio para os responsáveis pelos cursos de formação de professores, trabalhar com "[...] estratégias de ensino que conectam os conteúdos e processos que ajudem os professores entender o papel que os interesses dos estudantes têm nessa tentativa". Oportunizar aos futuros professores de Ciências o conhecimento

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

prático dessa abordagem de ensino e de aprendizagem é ainda um desafio: "os futuros professores devem experimentar pessoalmente os métodos do IBSE e refletir sobre a sua natureza [...]" (RODRÍGUEZ-ARTECHE; MARTÍNEZ-AZNAR, 2016, p. 1529, tradução nossa).

De acordo com Leonard *et al.*, (2011) é imprescindível que os responsáveis pelos cursos de formação de professores desenvolvam atividades de reflexão, para que os futuros professores consigam examinar seus pressupostos e crenças, sobre os estudantes e sobre os conteúdos científicos, bem como equipá-los com recursos didáticos adequados. Outros autores sugerem pesquisas mais amplas (KOROLIJA *et al.*, 2009; KING, 2012; CHANG; ZHANG; CHANG, 2014) e longas junto aos professores (NAM; SEUNG; GO, 2013; ÇETIN, 2016) para compreender-se como as crenças e preconceitos influenciam o ensino (PARK; CHU; MARTIN, 2016), visto a inter-relação entre as crenças com a forma que os professores ensinam. Ensinar por meio do IBSE é um constante desafio na ótica de Mamlok-Naaman e Barnea (2012) em função da complexidade implícita nesse método de ensino, o qual requer do professor múltiplas habilidades e significativo nível de especialização. Roehrig, Kruse e Kern (2007) asseguram que os desafios em torno do IBSE emergem da necessidade dos professores ouvirem e observarem mais o trabalho e os estudantes, no sentido de perceber seus interesses e suas ideias.

Conclusões

Resgatanto os objetivos deste trabalho, que consiste em investigar os principais resultados da utilização do IBSE na Educação Básica de Ciências e conhecer as principais dificuldades e desafios da aplicação do IBSE, percebemos que os resultados dessa prática investigativa indica melhorias na aprendizagem dos estudantes, sendo possível motivá-los para aprender assuntos de interesse a partir da utilização de métodos e procedimentos semelhantes aos que os cientistas utilizam. É fundamental que os estudantes saibam fazer perguntas, identificar problemas do contexto e utilizar o conhecimento disponível para resolver essas problemáticas, seja de modo coletivo e individual. O contexto escolar permite que os estudantes aprendam os conhecimentos científicos, que foram construídos ao longo da história a fim de possibilitar melhorias sociais, econômicas, ambientais e políticas, bem como promover o avanço gradual na sociedade, por isso é imprescindível que os estudantes

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

conhecam os processos e produtos da ciências. Entretanto, não podemos esquecer que conhecer os caminhos, métodos e processos para construir esses produtos, é que legitima a educação escolar. A aprendizagem mediante o IBSE além de fazer com que os estudantes experienciem esses processos e métodos científicos, contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e da inteligência dos estudantes, agiganta a potencialidade de resolução de problemas, possibilita a interação entre os estudantes, favorece o "pensar por si próprio" e o desenvolvimento conceitual. O ensino de Ciências pelo IBSE, requer um pensar sobre o método investigativo visto que a linguagem falada, o *status* social, a motivação e a quantidade de livros na casa dos estudantes são variáveis que subsidiam/interferem diretamente nessa prática. Assim, é necessário o engajamento não só da equipe escolar, mas dos pais e responsáveis pelos estudantes, enfim, de toda a comunidade escolar.

Ao se comparar o ensino tradicional e o IBSE as pesquisas divergem quanto aos benefícios atestados pelo IBSE aos estudantes de menor desempenho e isso carece de mais pesquisas para que saibamos se de fato o IBSE pode favorecer todos os estudantes em quaisquer os níveis da Educação Básica. Contudo, independente desses resultados dissonantes, devemos reconhecer que para a prática do IBSE seja de uso corrente nas escolas é essencial que os professores sejam capacitados em cursos de formação sobre esse método de ensino. Esses cursos devem desenvolver novas competências sobre o IBSE, promovendo a discussão, a cooperação, a abordagem dos problemas emergentes, a identificação de recursos e estratégias, a construção e fortalecimento de uma visão sobre os modos de ensinar e aprender Ciências, a fim de identificar e vivenciar os benesses dessa prática investigativa. Somente pela aprendizagem de formas de ensinar pelo IBSE e pela vivência de práticas investigativas é que os professores sentir-se-ão seguros e confiantes da adoção desse método investigativo no contexto escolar. Ensinar Ciências mediante o IBSE, é muito mais complexo e trabalhoso do que ensinar pelo modo tradicional, o qual a maioria dos professores aprendeu e ensinou durante suas vidas, por isso é de importância capital que os professores tenham significativo conhecimento científico sobre a temática em estudo. Também, não basta capacitar os professores sobre modos de ensinar pelo IBSE é fundamental acompanhar e dar suporte aos professores durante algum tempo, pois nem sempre existe coerência entre as narrativas dos professores e a prática em sala de aula.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Em relação as dificuldades expressas foi possível perceber que a falta de uma definição universal em torno do IBSE dificulta o entendimento e a implementação desse método em sala de aula. A falta de conhecimento dos professores sobre o IBSE também foi apontado como uma dificuldade emergente, contudo, como já ressaltamos é fundamental a capacitação dos professores para uso e vivência desse modo de ensinar investigativo. É pela formação dos professores a respeito do IBSE que os estudantes terão suas dificuldades minimizadas, visto que aprender mediante a investigação se aproxima dos modelos de fazer ciência, de construir conhecimentos científicos e, essa pode ser uma maneira de motivar e despertar o interesse dos estudantes. Contudo, para podermos ensinar mediante o IBSE necessitamos de espaços (escolas) minimamente equipadas, com recursos e ambientes propícios a investigação de problemas que emanam do contexto.

Um dos desafios impostos ao ensino pelo IBSE se refere a superação de uma cultura escolar dominante, a qual não permite o uso de abordagens pedagógicas diferenciadas, tão pouco a inovação didática. Ambientes educacionais que ultrapassam a sala de aula, o uso da tecnologia, dos instrumentos culturalmente construídos e a exploração de linguagens próprias da ciências e do contexto escolar, devem ser sistematicamente intercaladas a fim de permitir que tanto estudantes, como professores, sejam sujeitos que visam uma aprendizagem para vida; uma aprendizagem que ultrapassa qualquer ambiente e espaço físico. Uma aprendizagem que atende as necessidades pessoais e sociais. Uma aprendizagem que não se detem somente ao "sucesso escolar". Uma aprendizagem que supere os desafios e dificuldades impostos cotidianamente pelas mais variadas variáveis. Uma aprendizagem que experimente caminhos e métodos variados. Uma aprendizagem que permita a elaboração de hipóteses e meios de ação. Uma apredizagem que permita aos sujeitos errarem e aprenderem com os erros. Uma aprendizagem que se construa e reconstrua de acordo com as novas compreensões atingidas. Uma aprendizagem que capacite os sujeitos se comunicar e justificar os resultados alcançados. Enfim, uma aprendizagem que atenda também as demandas exteriores, que acenam para o uso do IBSE há mais de um século, por acreditarem que esse pode ser sim, um meio de incentivar e motivar os estudantes com sua própria aprendizagem, mormente porque os conhecimentos dos estudantes já construídos são considerados, bem como existe a concomitância entre a teoria e a prática.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Inquiry-based science education: review of a decade of scientific production

Abstract

Research on science education, specifically on the subject of Inquiry-Based Science Education (IBSE) has emerged in recent years. One of the reasons for this outbreak is that teaching at IBSE seems to improve students' learning by promoting an understanding of science processes and products. To investigate the main contexts of application, discoveries, difficulties and challenges arising from the use of IBSE in Basic Education of Sciences. A literature review was carried out, using a decade of scientific production - between 2006 and 2016 - using the University of Porto's advanced search platform provided by EBSCO. The analysis corpus comprised 45 articles. The main results indicate that IBSE has been considered a very effective approach, encouraging students to question and propose problems, in the construction of hypotheses and in the dissemination and justification of the results achieved. The IBSE approach allows students to learn in an investigative process similar to the scientific method, in a cooperative way, building connections with scientific concepts and everyday issues and preparing students for lifelong learning. The practice of IBSE in schools is not an easy task, with many challenges and difficulties for teachers and students, however, these difficulties and challenges imposed by the practice of IBSE must be explored and debated in order to be overcome.

Keywords: Inquiry-based science education; Basic Education; literature review.

Referências

AKKUS, R.; GUNEL, M.; HAND, B. Comparing an inquiry□based approach known as the science writing heuristic to traditional science teaching practices: are there differences? **International Journal of Science Education**, v. 29, n. 14, p. 1745-1765, 2007.

BHATTACHARYYA, S. *et al*. Effectiveness of science method teaching in teacher education: a longitudinal case study. **Electronic Journal of Science Education**, v. 17, n. 2, p. 1-27, 2013.

CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

_____. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **RBPEC**, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.

CHANG, H. Y.; ZHANG, Z. H.; CHANG, S. Y. Adaptation of an inquiry visualization curriculum and its impact on chemistry learning. **Asia-Pacific Education Researcher**, v. 23, n. 3, p. 605-619, 2014.

CHOWDHURY, M. A. The necessity to incorporate TQM and QA study into the undergraduate chemistry/science/engineering curriculum. **The TQM Journal**, v. 26, n. 1, p. 2-13, 2014.

DEBOER, G. E. Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In: Flick, L. B.; Ledreman, N. G. (eds.). **Scientific inquiry and nature of Science**, 2006.

DEJONCKHEERE, P. J. N. *et al*. Exploring the classroom: teaching science in early childhood. **IEJEE**, v. 8, n. 4, p. 537-558, 2016.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

DESANTIS, L. R. G. Teaching evolution through inquiry-based lessons of uncontroversial science. **The American Biology Teacher**, v. 71, n. 2, p. 106-111, 2009.

DODICK, J.; ARGAMON, S.; CHASE, P. Understanding scientific methodology in the historical and experimental sciences via language analysis. **Science & Education**, v. 18, p. 985–1004, 2009.

DONNELLY, D. F.; MCGARR, O.; O'REILLY, J. "Just be quiet and listen to exactly what he"s saying': conceptualising power relations in inquiry-oriented classrooms. **International Journal of Science Education**, v. 36, n.12, p. 2029-2054, 2014.

DURAN, E. *et al*. The impact of a professional development program integrating informal science education on early childhood teachers' self-efficacy and beliefs about inquiry-based science teaching. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 4, p. 53-70, 2009.

DRĂGHICESCU, L. M. *et al*. Pleading for an integrated curriculum. **Journal of Science and Arts**, ano 13, v. 1, n. 22, p. 89-95, 2013.

FURTADO, L. Kindergarten teachers' perceptions of an inquiry-based science teaching and learning professional development intervention. **New Horizons in Education**, v. 58, n. 2, p. 104-120, 2010.

FURTAK, E. M. *et al*. Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: a meta-analysis. **Review of Educational Research**, v. 82, n. 3, p. 300-329, 2012.

GAO, S. Relationship between science teaching practices and students' achievement in Singapore, Chinese Taipei, and the US: An Analysis Using TIMSS 2011 Data. **Frontiers of Education in China**, v. 9, n. 4, p. 519-551, 2014.

GARNER, N.; SIOL, A.; EILKS, I. The potential of non-formal laboratory environments for innovating the chemistry curriculum and promoting secondary school level students education for sustainability. **Sustainability**, v. 7, n. 2, p. 1798-1818, 2015.

HODOSYOVÁ, M. *et al*. The development of science process skills in physics education. **Procedia**, v. 186, p. 982-989, 2015.

ÇETIN, N. I. Effects of a teacher professional development program on science teachers' views about using computers in teaching and learning. **International Journal of Environmental & Science Education**, v. 11, n. 15, p. 8026-8039, 2016.

IOANNIDOU, A. *et al*. Mr. vetro: a collective simulation for teaching health science. **Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 5, n. 2, p. 141-166, 2010.

KING, D. New perspectives on context-based chemistry education: using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. **Studies in Science Education**, v. 48, n. 1, p. 51-87, 2012.

KOROLIJA, J. N. *et al*. A contribution to science for all: learning about polymers. **Problems of education in the 21st century**, v. 17, 2009.

KRÄMER, P.; NESSLER, S. H.; SCHLÜTER, K. Teacher students' dilemmas when teaching science through inquiry. **Research in Science & Technological Education**, v. 33, n. 3, p. 325-343, 2015.

LEONARD, J. *et al*. Teaching science inquiry in urban contexts: the role of elementary preservice teachers' beliefs. **Urban Review**, v. 43, n.1, p. 124-150, 2011.

LONG, S. The science teacher: education on safety. **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 6, p. 830-832, 2006.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

MAGEE, P. A.; FLESSNER, R. Collaborating to improve inquiry-based teaching in elementary science and mathematics methods courses. **Science Education International**, v. 23, n. 4, p. 353-365, 2012.

MALINA, E.; PLUNK, D.; LINDELL, R. Development of a standards-based integrated science course for elementary teachers. **American Institute of Physics**, v. 818, n. 19, p. 19-22, 2006.

MAMLOK-NAAMAN, R.; BARNEA, N. Laboratory activities in Israel. **Eurasia**, v. 8, n. 1, p. 49-57, 2012.

MARX, R. W. *et al*. Inquiry-based science in the middle grades: assessment of learning in urban systemic reform. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 10, p. 1063–1080, 2004.

MEYER, X.; CRAWFORD, B. A. Teaching science as a cultural way of knowing: merging authentic inquiry, nature of science, and multicultural strategies. **Cultural Studies of Science Education**, v. 6, p. 525–547, 2011.

MCLOUGHLIN, E. *et al*. Teaching, learning, and assessing inquiry-based science education. **American Institute of Physics**, v. 1697, p. 120010-1-2, 2015.

MUMBA, F. *et al*. Chemistry teachers' perceived benefits and challenges of inquiry-based instruction in inclusive chemistry classrooms. **Science Education International**, v. 26, n. 2, p. 180-194, 2015.

MURPHY, T. P.; MANCINI-SAMUELSON, G. J. Graduating stem competent and confident teachers: the creation of a stem certificate for elementary education majors. **Journal of College Science Teaching**, v. 42, n. 2, p. 18-23, 2012.

NAM, J.; SEUNG, E.; GO, M. The effect of a collaborative mentoring program on beginning science teachers' inquiry-based teaching practice. **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 5, p. 815-836, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **National Science Education Standards (NSES)**. Washington, DC: National Academy Press, 1996.

NEHRING, A. *et al*. Predicting students' skills in the context of scientific inquiry with cognitive, motivational, and sociodemographic variables. **International Journal of Science Education**, v. 37, n. 9, p. 1343-1363, 2015.

PARK, J.; CHU, H. E.; MARTIN, S. N. Exploring how Korean teacher's attitudes and self-efficacy for using inquiry and language based teaching practices impacts learning for culturally and linguistically diverse students: Implications for science teacher education. **Eurasia**, v. 12, n. 7, p. 1799-1841, 2016.

PICKERING, C.; BYRNE, J. The benefits of publishing systematic quantitative literature reviews for PhD candidates and other early career researchers. **Higher Education Research and Development**, v. 33, n. 3, 534-548, 2014.

RAMNARAIN, U. Connecting the hands-on to the minds-on: a video case analysis of South African physical sciences lessons for student thinking. **Eurasia**, v. 11, n. 5, p. 1151-1163, 2015.

RATINEN, I. *et al*. Primary Student-Teachers' Practical Knowledge of Inquiry-Based Science Teaching and Classroom Communication of Climate Change. **International Journal of Environmental and Science Education**, v. 10, n. 5, p. 649-670, 2015.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

RODRÍGUEZ-ARTECHE, I.; MARTÍNEZ-AZNAR, M. M. Introducing inquiry-based methodologies during initial secondary education teacher training using an open-ended problem about chemical change. **Journal of Chemical Education**, v. 93, p. 1528-1535, 2016.

ROEHRIG, G. H.; KRUSE, R. A.; KERN, A. Teacher and school characteristics and their influence on curriculum implementation. **Journal of Research In Science Teaching**, v. 44, n. 7, p. 883-907, 2007.

ROEHRIG, G. H. *et al*. We look more, listen more, notice more: impact of sustained professional development on head start teachers' inquiry-based and culturally-relevant science teaching practices. **Journal of Science Education and Technology**, v. 20, p. 566-578, 2011.

SANGER, M. J. How does inquiry-based instruction affect teaching majors' views about teaching and learning science? **Journal of Chemical Education**, v. 85, n. 2, 297-302, 2008.

SANTAU, A. O.; RITTER, J. K. What to teach and how to teach it: elementary teachers' views on teaching inquiry-based, interdisciplinary science and social studies in urban settings. **The New Educator**, v. 9, n. 4, p. 255-286, 2013.

SAVEC, V. F.; DEVETAK, I. Evaluating the effectiveness of students' active learning in chemistry. **Procedia**, v. 106, p. 1113-1121, 2013.

SHAMSUDIN, N. M.; ABDULLAH, N.; YAAMAT, N. Strategies of teaching science using an inquiry based science education (IBSE) by novice chemistry teachers. **Procedia**, v. 90, p. 583-592, 2013.

SIKES, S. S.; SCHWARTZ-BLOOM, R. D. Direction discovery: a science enrichment program for high school students. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 37, n. 2, p. 77-83, 2009.

SOPRANO, K.; YANG, L. Inquiring into my science teaching through action research: a case study on one pre-service teacher's inquiry-based science teaching and self-efficacy. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 11, p. 1351-1368, 2013.

SULLIVAN-WATTS, B. K. *et al*. Sustaining reform-based science teaching of preservice and inservice elementary school teachers. **Journal of Science Teacher Education**, v. 24, n. 5, p. 879-905, 2013.

THADANI, V. *et al*. The possibilities and limitations of curriculum-based science inquiry interventions for challenging the "pedagogy of poverty". **Equity & Excellence in Education**, v. 43, n. 1, p. 21-37, 2010.

UNLU, Z. K.; DOKME, I.; TUFEKCI, A. An action research on teaching science through technology supported inquiry - based learning: a pilot study. **Procedia**, v. 186, p. 46-52; 2015.

VARIANO, E.; TAYLOR, K. Inquiry in limnology lessons. **The Science Teacher**. 2006.

ZOELLNER, B. P.; CHANT, R. H.; WOOD, K. "But aren't diesel engines just for big, smelly trucks?" an interdisciplinary curriculum project for high school chemistry students. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 4, p. 497-504, 2014.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Impressão 3D e pesquisas em ciências da natureza: um olhar sobre a produção científica na área

Mylena Iasmim Figueiredo Pires*, Airton José Vinholi Júnior**

Resumo

Esta pesquisa buscou realizar um levantamento da produção científica no Brasil referente à utilização da impressão 3D na construção de materiais facilitadores do processo de ensino-aprendizagem de Ciências da Natureza. A análise foi realizada em diversas etapas e os trabalhos foram categorizados a partir de suas características geográficas, ano de publicação, classificação do tipo de pesquisa, instituição de origem do(s) autor(es), nível de ensino, aplicação, métodos, insumos utilizados na impressão 3D e a presença de foco inclusivo. A distribuição regional dos trabalhos apontou prevalência de pesquisas oriundas da região Sudeste, bem como a ausência de trabalhos na região Centro-Oeste. A análise dos trabalhos selecionados indicou que a impressão 3D vem ganhando espaço no contexto do ensino, sendo a construção de modelos concretos a forma mais significativa de utilização dessa ferramenta nas temáticas voltadas à Biologia, Física e Química, esta última sendo destaque na quantidade de publicações. Outro aspecto relevante é a produção de materiais assistivos, em sua totalidade voltados à deficiência visual, mostrando o potencial da impressão 3D como meio de quebra de barreiras de estudantes com essa deficiência. Quanto à impressão propriamente dita, é notória a preferência de utilização do termoplástico PLA, seguido do ABS como insumos na construção dos materiais, porém poucos trabalhos se atentam a abordar o processo de impressão de forma detalhada.

Palavras-chave: Ciências da Natureza, Ensino-Aprendizagem, Impressão 3D.

* Mestra em Educação Profissional e Tecnológica do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - ProfEPT/IFMS, Campus Campo Grande. Email: mylena.pires@ifms.edu.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7616-0559

** Doutor em Educação. Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - ProfEPT/IFMS, Campus Campo Grande. Email: vinholi22@yahoo.com.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0024-0528

https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.11348
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
Recebido em: 18/07/2020; Aceito em: 01/03/2021
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

A tecnologia de impressão 3D vem ganhando espaço como ferramenta promissora em campos estratégicos como ciência, tecnologia, educação e desenvolvimento sustentável, por ter a característica de construir, de forma simplificada, estruturas tridimensionais em geometrias complexas (CANESSA; FONDA; ZENNARO, 2013). Essa tecnologia está ganhando cada vez mais destaque, em grande parte, graças à publicidade feita pela mídia, surgimento de novas técnicas e insumos, criação de novas tecnologias com baixo custo e softwares que possuem código aberto disponíveis no mercado. Além disso, tanto a aquisição das impressoras 3D, quanto os conhecimentos/habilidades necessários para o processo de impressão com essas ferramentas estão se popularizando e tornando-se acessíveis (OSTUZZI et al., 2015).

Assim, o uso da impressão 3D no desenvolvimento de modelos didáticos vem se mostrando um método bastante eficiente em forma de apoio aos conteúdos presentes nos materiais de estudo tradicionais (ORLANDO, et al., 2009). Quanto à aplicação dessa ferramenta na Educação, o site *teachthought.com* indica onze exemplos de como a impressão 3D pode ser usada nesta área (tradução nossa):

- Impressão de projetos por estudantes de design e engenharia;
- Maquetes impressas em 3D para estudantes de arquitetura;
- Estudantes de história conseguem imprimir artefatos históricos para examinar;
- Impressão de versões tridimensionais das criações de estudantes de design gráfico;
- Estudantes de geografia podem imprimir mapas topográficos, demográficos ou populacionais;
- Desenvolvimento de moldes de produtos alimentícios por parte de estudantes de culinária;
- Os estudantes de engenharia automotiva podem elaborar peças de reposição ou componentes modificados para experimentos;
- Impressão de modelos 3D de moléculas por estudantes de química;
- Estudantes de biologia podem construir modelos de células, vírus, organismos e outros componentes biológicos;
- Os estudantes de matemática podem imprimir "problemas" para resolução em seus próprios espaços de aprendizado, desde modelos em escala até desafios de design infraestrutural de cidades.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Já na pesquisa desenvolvida por Aguiar (2016), o autor focou em estabelecer instruções voltadas à construção de materiais didáticos, a partir do uso de impressoras 3D para o ensino de Ciências, comprovando que esses objetos permitem estimular os processos da construção do conhecimento. O processo de desenvolvimento da pesquisa foi realizado por meio de uma oficina aplicada com estudantes de licenciatura. Os resultados indicam que o professor precisa desenvolver novas habilidades, tendo domínio da ferramenta, para que seja possível guiar os estudantes numa experiência que, efetivamente, promova o aprendizado. Apesar de o produto deste trabalho ser um método sistemático da construção dos materiais didáticos, o autor reforça que esse processo não deve ser imutável e nem mesmo tomado como sendo o procedimento ideal, mas sim deve manter a busca por respostas com foco na resolução dos problemas.

Apesar das possíveis facilitações da Impressão 3D, pouco foi publicizado a respeito do papel dessa tecnologia na educação especial. Ela pode contribuir para a educação especial favorecendo o envolvimento de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, do inglês *Science, Technology, Engineering and Mathematics*) em um público-alvo historicamente carente, criando materiais inclusivos e tecnologia assistiva (TA). A tecnologia de impressão 3D pode ser vista como uma ferramenta eficaz de auxílio aos estudantes, para criatividade e exploração, além de uma introdução interessante aos tópicos pertencentes a STEM. Ademais, os materiais produzidos nesse tipo de impressão podem ser personalizados na sala de aula e voltados à tecnologia assistida individualizada (BUEHLER et al., 2016).

Mesmo que a impressão 3D seja um tema atual e foco de diversas pesquisas, no contexto das tecnologias assistivas ainda é pouco estudada. Neste sentido, este artigo objetivou caracterizar trabalhos que utilizaram a impressão 3D como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem de Ciências da Natureza, apontando panoramas e tendências nas publicações que abordaram essa interface. Para isso, foram verificados aspectos regionais, institucionais, nível de ensino, processo de impressão, bem como a presença de foco inclusivo nos estudos. Buscou-se, também, apresentar várias possibilidades de comparações, para trazer reflexões a partir de diversos pontos de vista e permitir ao leitor mapear os principais aspectos das pesquisas relacionadas às temáticas supracitadas.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Metodologia

Considerando que a utilização de impressão 3D como instrumento no processo de ensino-aprendizagem é recente, mas que vem ganhando espaço no campo das pesquisas científicas, é importante analisar os impactos dessas pesquisas e as vertentes que ainda carecem de mais estudos. Na seara das Ciências da Natureza, como área de grande relevância, foi realizado um mapeamento das produções científicas que relacionam a impressão 3D com o processo de ensino-aprendizagem nessa área. Inicialmente a área escolhida seria apenas a Biologia, porém ao realizar um primeiro levantamento, constatou-se que haveria pouco material para análise, já que as pesquisas relacionadas com a impressão 3D no campo biológico ainda são escassas. Optou-se, então, por maximizar o objeto de pesquisa para as Ciências da Natureza, analisando trabalhos nas disciplinas de Biologia, de Física e de Química, por se tratarem de áreas que costumam utilizar diferentes metodologias e estratégias didáticas no contexto do ensino e da aprendizagem.

A pesquisa é caracterizada como bibliográfica e de natureza qualitativa. Para Ferreira (2002), os estudos de caráter bibliográfico visam investigar os documentos publicados no âmbito acadêmico em várias áreas do conhecimento, buscando estabelecer relações entre as pesquisas com vistas à identificação de panoramas e tendências em variados centros de publicações e períodos determinados, a partir de análise de categorias e outros dados estipulados pelos autores.

Para esse levantamento foram realizadas buscas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, no portal do *Google*, no *Google* Acadêmico e na plataforma *Scientific Electronic Library Online* – SciELO. Em todas as plataformas, as buscam foram realizadas pelas seguintes combinações de palavras-chave, entre aspas: “impressora 3D”, “tridimensionalidade”, “modelos concretos”, “ciências”, “ciências da natureza”, “ensino”, “aprendizagem”, “biologia”, “física” e “química”. Ressalta-se que na plataforma SciELO não foi encontrado nenhum trabalho que se enquadrasse na utilização das combinações de palavras supracitadas.

Na sequência foi realizada uma primeira análise dos resultados encontrados e verificou-se a presença de relações entre os trabalhos com o assunto de interesse desta pesquisa. Após a análise dos títulos, foi feita a leitura dos resumos e, por fim, a leitura do texto completo de todos os trabalhos selecionados, excluindo aqueles que não tinham como enfoque o uso da impressão 3D como ferramenta no processo de

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

ensino-aprendizagem das Ciências da Natureza. Um total de 22 trabalhos atendeu aos critérios de inclusão estabelecidos neste estudo, que abrange trabalhos realizados no Brasil, entre os anos de 2014 a 2019, por meio da combinação de palavras-chave utilizadas nas plataformas de busca.

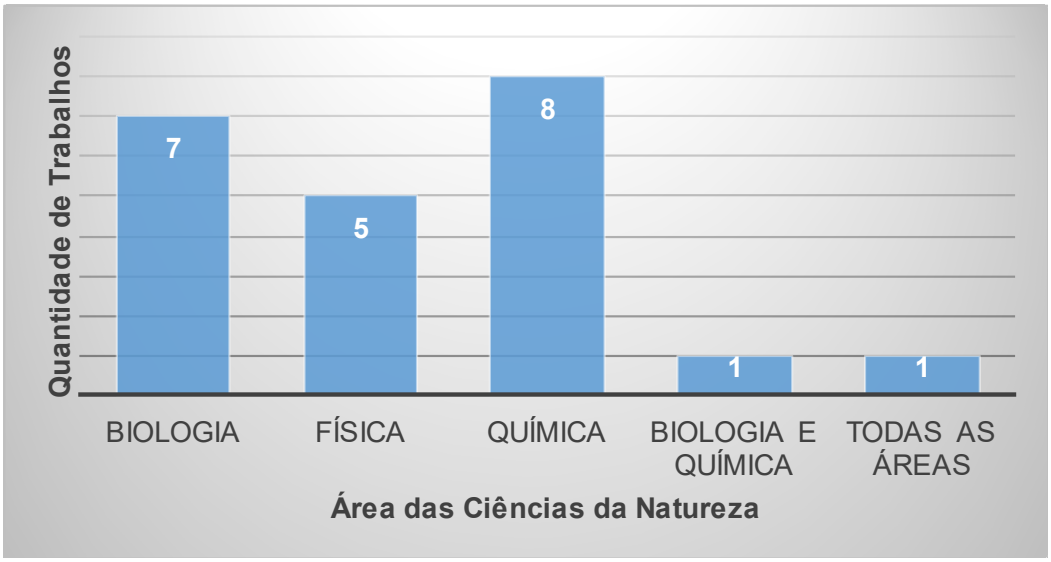
Após a seleção, as produções foram categorizadas em uma planilha, consoante às seguintes características: título, classificação do trabalho, ano de publicação, instituição de origem do(s) autor(es), área e subárea, local de realização da pesquisa (por região do país), nível de ensino em que foi aplicada a pesquisa, forma de utilização da impressão 3D, métodos de impressão e insumos utilizados e, por fim, se a pesquisa apresenta foco inclusivo e em qual tipo de deficiência. A partir disso, os trabalhos foram numerados na planilha segundo a área estudada, ordem cronológica de publicação e classificação do trabalho. Todas as etapas descritas fizeram parte de uma análise diferenciada do processo de levantamento, e seus resultados serão abordados no próximo tópico.

Apresentação e discussão dos dados

O início da análise se deu a partir do fichamento dos trabalhos na planilha criada, onde em um primeiro momento foram verificados os títulos, a classificação do trabalho, ano de publicação e a instituição. Em uma amostra de 22 trabalhos, sete (7) têm foco na Biologia, cinco (5) na Física, oito (8) na Química, um (1) trabalho envolvendo Biologia e Química e outro trabalho envolvendo as três áreas correspondentes às Ciências da Natureza, conforme gráfico 1.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Gráfico 1: Quantitativo de trabalhos por área das Ciências da Natureza



Fonte: elaboração própria.

Esses dados revelam certa variação na quantidade de trabalhos por área, mas com um maior enfoque na Química. Além disso, a categorização por classificação do trabalho apresentou cinco artigos publicados em periódicos e outros cinco publicados em anais de eventos científicos, quatro trabalhos de conclusão de curso de graduação e oito dissertações de mestrado.

Acerca da instituição de origem dos autores das pesquisas, não houve discrepância no quantitativo de publicações por instituição, sendo que a quantidade máxima de trabalhos publicados (dois trabalhos) ocorreu em seis universidades. Isso demonstra que as pesquisas estão bem distribuídas, confirmando que esse tipo de temática ainda é recente, mesmo nas universidades de maior destaque científico. Para uma melhor visualização do que foi exposto, apresenta-se no quadro 1 a listagem dos trabalhos com as características previamente citadas:

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Quadro 1: Trabalhos desenvolvidos na área de Ciências da Natureza, categorizados por classificação, ano de publicação e instituição de origem

(continua...)

Número	Títulos dos Trabalhos	Classificação	Instituição
1	Construção de instrumentos didáticos com Impressora 3D (AGUIAR e YONEZAWA, 2014)	Artigo publicado em evento científico	Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP
2	Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de Ciências (AGUIAR, 2016)	Dissertação	Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP
3	Fabricação digital no ensino-aprendizagem de Biologia Celular (MELO, 2016)	TCC	Universidade Católica de Santos – UNISANTOS
4	Fabricação de trilhas condutoras através de tecnologia de impressão 3D (GÄAL, 2017)	Dissertação	Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
5	O uso da tecnologia de impressão 3D no ensino de Química para deficientes visuais e de baixa visão (SOUSA, *et al.* 2017)	Artigo publicado em evento científico	Universidade Estadual de Roraima – UERR
6	Proposta de ensino de Química Orgânica para alunos com deficiência visual: desenhando prática pedagógica inclusiva (LIMA, 2017)	Dissertação	Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
7	A impressão 3D como estratégia de ensino e aprendizagem em Química na educação básica (LACERDA, 2017)	TCC	Universidade Federal Fluminense – UFF
8	A impressora 3D e novas perspectivas para o ensino: possibilidades permeadas pelo uso de materiais concretos (BASNIAK e LIZIERO, 2017)	Artigo publicado em periódico	Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR
9	Importância da utilização de recursos didáticos impressos 3D no processo de ensino e aprendizagem de Zoologia (SILVA, 2017)	Dissertação	Universidade Federal do Acre – UFAC
10	Desenvolvimento de experimentos didáticos utilizando a tecnologia de impressão 3D (MENDONÇA *et al*. 2018)	Artigo publicado em evento científico	Universidade Federal do Rio Grande – FURG
11	Ensino de Física a deficientes visuais mediado por impressão 3D (SANTOS, 2018)	TCC	Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
12	Desenvolvimento de modelos impressos em 3D para o ensino de Ciências (PALAIO, 2018)	Artigo publicado em periódico	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO
13	O ensino inclusivo de Biologia Celular para alunos surdos e DV'S: da construção de um kit interativo à formação de professores (SANTOS, 2018)	Dissertação	Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR
14	Kit microbiano para o ensino-aprendizagem da Microbiologia por deficientes visuais (MANGIA, 2019)	TCC	Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

(conclusão)

15	Materiais didáticos para o ensino de física no nível fundamental por meio de plataformas eletrônicas (EVANGELISTA E PERUZZO, 2019)	Artigo publicado em periódico	Instituto Federal Catarinense – IFC
16	O uso da impressora 3D na construção de geometrias moleculares como uma proposta didática no ensino de Química, adaptado para pessoas com deficiência visual (TOLEDO et al. 2019)	Artigo publicado em evento científico	Universidade Estadual de Roraima – UERR
17	Desenvolvimento de uma cuba de eletroforese utilizando impressão 3D (SILVA, 2019)	Artigo publicado em periódico	Universidade de Mogi das Cruzes – UMC
18	Modelos confeccionados em impressora 3D para o ensino de geometria molecular em Química (ANDRADE, 2019)	Dissertação	Universidade Federal do Acre – UFAC
19	Modelos 3D impressos como estratégia para a aprendizagem do conceito de interação enzima-substrato (ALMEIDA, 2019)	Dissertação	Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL
20	Ensino de Química para pessoas com deficiência visual: mapeamento e investigação de produções e aplicações no Brasil (DUARTE, 2019)	Dissertação	Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
21	Impressão 3D dos fosfolipídeos como recurso didático para o ensino de Biologia Celular (REIS, 2019)	Artigo publicado em evento científico	Universidade Federal do Pará - UFPA e Instituto Federal do Pará – IFPA
22	Material didático para inclusão de estudantes com deficiência visual nas aulas de Ciências e Biologia sobre filos Mollusca e Echinodermata (GONÇALVES, 2019)	Artigo publicado em periódico	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas

Fonte: elaboração própria.

Durante o processo de busca dos trabalhos, foi possível constatar que a impressão 3D em documentos anteriores à 2014 estavam relacionados, em grande parte, ao seu uso na área da medicina com a construção de próteses, não sendo possível identificar nenhuma utilização desta ferramenta como método de ensino-aprendizagem no campo das Ciências da Natureza. Assim, ao afirmar que esse tema é atual, foi elementar a realização de uma distribuição temporal dos trabalhos selecionados (2014 a 2019) que permitisse uma abordagem recentes sobre a temática escolhida.

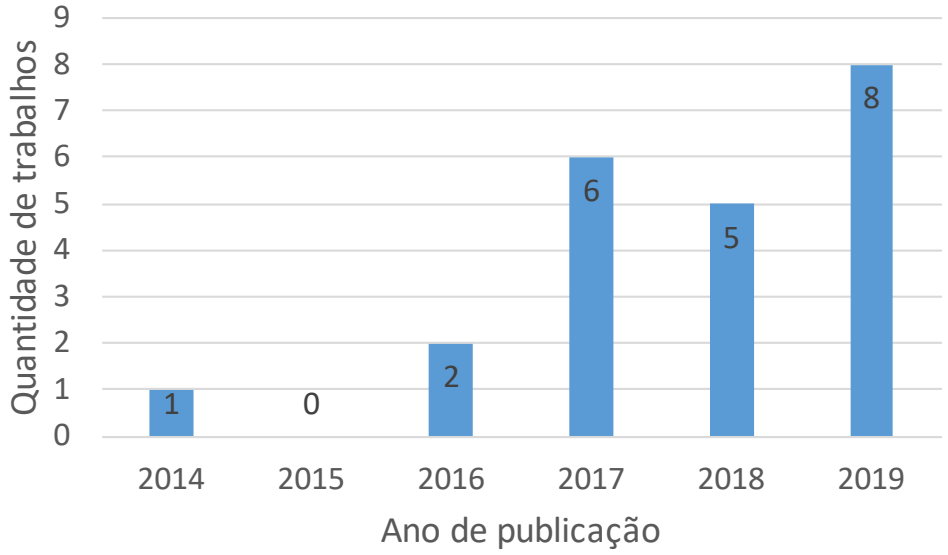
Um outro ponto identificado é a inexistência de trabalhos relacionados ao tema no ano de 2015. Porém, foram publicados dois trabalhos em 2016, sendo um TCC e uma dissertação de mestrado. Houve, a partir disso, um aumento de trabalhos no ano de 2017, com uma pequena redução em 2018 e, novamente, novo crescimento em 2019, comprovando, assim, o recente interesse dos pesquisadores pelo tema.

Esse crescimento também pode ser decorrente do aumento de impressoras 3D disponíveis em Universidades, Institutos Federais e algumas escolas do país. Isso

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

tem sido possível graças ao que se denomina como a quarta revolução industrial, também conhecida como indústria 4.0, que implica o uso de novas tecnologias, tanto na indústria quanto nos processos de ensino-aprendizagem. As impressoras 3D fazem parte dessas tecnologias e estão se tornando cada vez mais populares, ao passo que os custos de aquisição estão diminuindo ao longo do tempo (CARVALHO et al., 2020). Os dados apontados podem ser visualizados no gráfico 2 a seguir:

Gráfico 2: Quantidade de trabalhos publicados relacionados à impressão 3D no processo de ensino-aprendizagem de Ciências da Natureza ao longo dos anos



Fonte: elaboração própria.

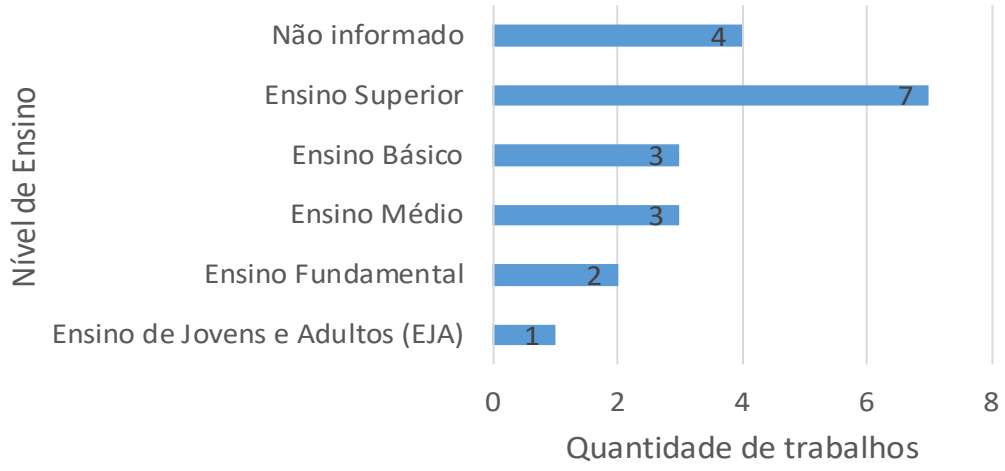
O crescente aumento nas pesquisas com a utilização da impressão 3D, observada no gráfico 2, principalmente entre 2016 e 2019, pode ter sido influenciado, entre outros fatores, pela disseminação da cultura *maker*[1], que chegou no Brasil em 2011 por meio da Universidade de São Paulo (USP) e vem crescendo entre as instituições de ensino. A implantação dos laboratórios de fabricação digital, nos espaços *maker*, demandam ações com a impressão 3D e geram possibilidades de maximização em pesquisas no contexto do ensino-aprendizagem, fruto deste trabalho (MONFREDINI; FROSCH, 2019).

Em uma terceira etapa de análise foram verificadas as subáreas dos trabalhos, os níveis de ensino em que foram aplicados, e ainda um fator de extrema importância, que é o foco inclusivo das pesquisas (Quadro 2). Na questão das subáreas, nem todos

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

os trabalhos indicaram essa informação, pois das 22 pesquisas, quatro não trataram de uma subárea específica. É possível inferir acerca desse fenômeno em duas pesquisas que apresentam mais de uma área de ensino, o que direciona a um caráter mais geral da pesquisa. Sobre o nível de ensino, três trabalhos têm como público-alvo o Ensino Básico (Ensino Fundamental e Médio), um trabalho voltado para o Ensino de Jovens e Adultos – EJA, três especificamente no Ensino Médio, dois no Ensino Fundamental, dois trabalhos que aplicaram suas pesquisas tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior, sete trabalhos especificamente no Ensino Superior e quatro que não apresentaram essa informação. Considerando que todas as Instituições de origem das pesquisas apresentam a oferta de cursos no Ensino Superior, é justificado o maior número de trabalhos encontrados que são voltados para esse público. Essas informações podem ser visualizadas de forma mais clara no gráfico 3 a seguir.

Gráfico 3: Distribuição por nível de ensino do público-alvo dos trabalhos selecionados



Fonte: elaboração própria.

Como foi apontado anteriormente, a educação especial e o desenvolvimento de dispositivos assistivos podem utilizar a Impressão 3D a seu favor. É coerente, então, verificar a existência de um viés inclusivo em pesquisas que utilizam esse tipo de ferramenta, numa área de ensino tão lúdica e dependente da criatividade, como é o caso das Ciências da Natureza. Menos da metade das pesquisas apresentam foco inclusivo, sendo apenas nove delas voltadas à quebra de barreiras enfrentadas pelas pessoas com deficiência ao trabalharem com esses temas. Ainda, é importante frisar

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

que todas essas pesquisas focaram na deficiência visual, e apenas uma que também abordou a deficiência auditiva. Esse aspecto ficará mais evidente na apresentação das formas de aplicação da ferramenta 3D, presente nos próximos tópicos.

Quadro 2: Listagem dos trabalhos analisados, indicando qual a área de foco da pesquisa, o nível do ensino, presença/ausência de viés inclusivo e o tipo de deficiência

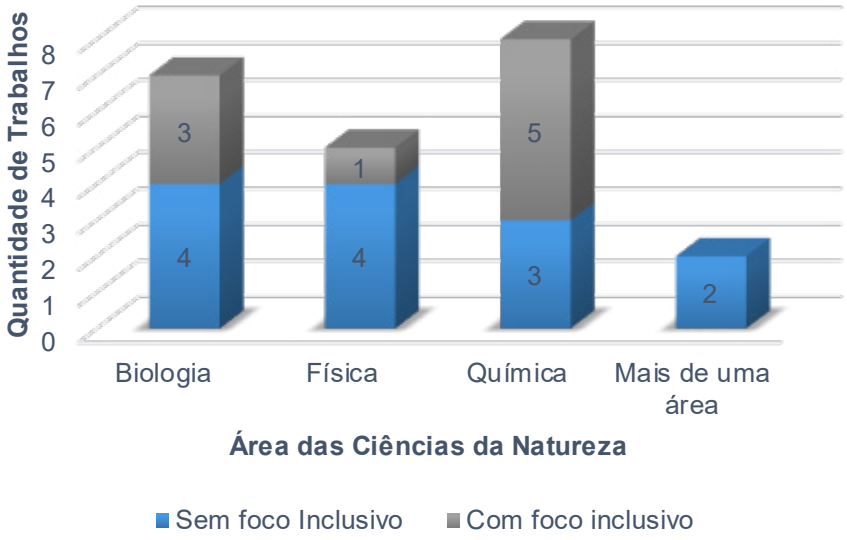
Número	Área	Subárea	Nível de Ensino	Possui foco inclusivo?	Tipo de deficiência
1	Física	Experimental	Ensino Superior (Graduação)	Não	Não se aplica
2	Física	Não apresentada	Ensino Médio e Superior	Não	Não se aplica
3	Física	Mecânica	Ensino Fundamental	Não	Não se aplica
4	Física	Aplicada	Não apresentado	Não	Não se aplica
5	Física	Experimental	Ensino Médio e Superior	Sim	Visual
6	Química	Geometria Molecular	Educação de Jovens e Adultos (EJA)	Sim	Visual
7	Química	Geometria Molecular	Ensino Superior (Graduação)	Sim	Visual
8	Química	Bioquímica	Ensino Superior (Graduação)	Não	Não se aplica
9	Química	Química Orgânica	Ensino Médio	Sim	Visual
10	Química	Geometria Molecular	Ensino Médio	Não	Não se aplica
11	Química	Bioquímica	Ensino Superior (Graduação)	Não	Não se aplica
12	Química	Não apresentada	Ensino Médio	Sim	Visual
13	Química	Geometria Molecular	Educação Básica (Fundamental e Médio)	Sim	Visual
14	Biologia e Química	Não apresentada	Ensino Superior (Graduação)	Não	Não se aplica
15	Biologia	Microbiologia	Ensino Superior (Graduação)	Não	Não se aplica
16	Biologia	Biologia Celular	Ensino Superior (Graduação)	Não	Não se aplica
17	Biologia	Zoologia	Educação Básica (Fundamental e Médio)	Sim	Visual
18	Biologia, Física e Química	Não apresentada	Ensino Superior (Graduação)	Não	Não se aplica
19	Biologia	Zoologia	Ensino Superior (Graduação)	Não	Não se aplica
20	Biologia	Biologia Celular	Educação Básica (Fundamental e Médio)	Sim	Visual e Auditiva
21	Biologia	Biologia Celular	Não apresentado	Não	Não se aplica
22	Biologia	Microbiologia	Ensino Fundamental	Sim	Visual

Fonte: elaboração própria.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Devido à importância do desenvolvimento de produções científicas relacionadas à inclusão, optou-se por explorar um pouco mais essa característica nos trabalhos analisados. Durante a leitura de diversos trabalhos, ficou clara a importância da utilização da impressão 3D como Tecnologia Assistiva, possibilitando a confecção de dispositivos assistivos para estudantes com deficiência. No Gráfico 4 é possível identificar que a área de Química possui maior número de trabalhos voltados à inclusão, seguida da Biologia e, por fim, a Física, com apenas um trabalho. Os trabalhos que apresentam mais de uma área como foco, até por terem um campo de pesquisa mais vasto, não desenvolveram aplicações voltadas à inclusão.

Gráfico 4: Relação dos trabalhos analisados de acordo com a presença de foco inclusivo



Fonte: elaboração própria.

Por meio dos dados apresentados no gráfico 4, é possível identificar que a disciplina de Química se destaca frente às demais, quando observados os trabalhos que possuem foco inclusivo. Nesta disciplina, o percentual de pesquisas que se preocupam com a vertente da inclusão é de 62,5%, em comparação com a Biologia (42,86%) e com a Física (20%). O interesse por essa temática é justificável, uma vez que a disciplina demanda representações atômicas e moleculares, permeada por diversos modelos e simbologias, ao qual o estudante que possui deficiência visual deve ter tamanho desafio para compreendê-la. Assim, é fundamental que os envolvidos no

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

processo de ensino-aprendizagem dessa disciplina se empenhem na discussão e desenvolvimento de materiais didáticos inclusivos (DUARTE, 2019).

Ao analisar o contexto geográfico dos trabalhos analisados (gráfico 5), a Região com maior destaque nas publicações foi a Sudeste, com 11 trabalhos, representando metade das produções selecionadas. Na sequência, a Região Norte, com 5 trabalhos, Região Sul, com 4 trabalhos, e por fim, a Região Nordeste, com 2 trabalhos. Cabe destacar que a Região Centro-Oeste não apresentou nenhum trabalho publicado nesta temática, o que demonstra a importância desse tipo de levantamento para discussões e reflexões futuras no contexto dessa Região. Em relação aos estados brasileiros, São Paulo lidera com 6 trabalhos, o que pode ser justificado em função da presença de seus grandes centros de pesquisa, como é o caso da Unicamp, USP e Unesp, conhecidas por sua alta representatividade no campo das pesquisas científicas e de seu desenvolvimento tecnológico. Após, aparece o estado do Rio de Janeiro, com três trabalhos - metade do quantitativo de produções do estado de São Paulo. Os demais estados - Acre, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Paraná, Roraima, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, flutuam entre uma e duas publicações. Enfatiza-se que a Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) possui duas publicações. Apesar de se localizar na Região de menor concentração de trabalhos, essa instituição equipara-se à Unicamp e Unesp no quantitativo, demonstrando o potencial do estado da Paraíba neste aspecto.

Gráfico 5: Relação dos trabalhos analisados distribuídos por Estado Brasileiro e região do Brasil



Fonte: elaboração própria.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

A intenção na apresentação do contexto geográfico em trabalhos de levantamento bibliográfico se dá, especialmente, na apresentação de dados acerca dos principais polos de pesquisa, grupos de discussão e de pesquisa.

Na última etapa desta pesquisa, optou-se por avaliar o emprego da impressão 3D nos trabalhos selecionados. Por ser uma temática recente, poucos têm familiaridade com o processo de impressão neste tipo de equipamento e muitos trabalhos não abordam essa vertente. Na leitura dos textos, ficou evidenciada que a aplicação da impressão 3D é utilizada na confecção de modelos concretos ligados às áreas de estudo. A análise mostrou que todos os trabalhos utilizaram modelos concretos como material didático para facilitar o processo de ensino-aprendizagem. A impressão 3D também facilitou a impressão de componentes utilizados em experimentos, que muitas vezes apresentam difícil acesso para aquisição ou possuem um valor muito elevado. A impressão desses componentes permite um maior número de experimentos, com menor custo e maior durabilidade, além de já servir como ferramenta didática nos mais diversos cursos. Sendo assim, em disciplinas que envolvem tantos experimentos, dispor de uma ferramenta que facilita esse processo é fundamental.

Levando em consideração que a questão inclusiva é foco primordial de abordagem neste trabalho, ressalta-se a forte predominância das pesquisas voltadas à deficiência visual. Tendo como base essa constatação, justifica-se a importância do processo de modelagem 3D no emprego de objetos voltados aos estudantes cegos ou com baixa visão. A impressão de moléculas, estruturas atômicas e celulares e micro-organismos, por exemplo, facilita o entendimento dos conteúdos, em sua maioria microscópicos, por meio do tato. Esse tipo de material se torna um dispositivo assistivo de grande importância na quebra de barreiras desses estudantes, trazendo autonomia no processo de ensino-aprendizagem. Os dados acerca do panorama da utilização de impressão 3D no processo de ensino-aprendizagem encontram-se no quadro 3.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Quadro 3: Panorama sobre a utilização da impressão 3D no ensino-aprendizagem de Ciências da Natureza: aplicação, métodos e materiais utilizados

	Forma de aplicação:	Método de impressão utilizado:	Insumo utilizado na impressão:
Total de trabalhos analisados que utilizam a impressão 3D como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem de Ciências da Natureza: **22**	Construção de modelos concretos: **100%** dos trabalhos. Exemplos de aplicação: Impressão de componentes; trilhas condutoras; cuba para experimentos; moléculas orgânicas e inorgânicas; microalgas; estruturas celulares; moluscos; réplicas anatômicas de animais, entre outros.	Não fizeram referência a nenhum método: 12 trabalhos – **54,55%**	ABS[2]: 4 trabalhos - **18,18%**
			PLA[3]: 9 trabalhos – **40,90%**
		FDM - *Fused Deposition Modeling* ou deposição de polímero fundido: 10 trabalhos – **45,45%**	ABS/PLA: 3 trabalhos – **13,64%**
			ABS/PLA/ PET[4]: 1 trabalho – **4,55%**
			Não apresentou nenhum insumo: 5 trabalhos – **22,73%**

Fonte: elaboração própria.

Sobre os métodos de impressão utilizados, 45,45% dos trabalhos utilizam o processo de FDM[5] – onde produzem as peças camada por camada, de baixo para cima, ao aquecer e extrudar filamentos termoplásticos. Os demais trabalhos não citam o método propriamente dito, o que seria interessante para as pessoas que almejam aprender a utilizar esse tipo de ferramenta. Acerca dos insumos, 40,90% dos trabalhos empregam o PLA, utilizado, também, juntamente ao ABS e PET. O ABS também possui uma expressividade, perfazendo 18,18% dos trabalhos. Já o PET não foi utilizado sozinho em nenhuma das pesquisas. A maior utilização do PLA justifica-se em função de sua característica de não ser tóxica por apresentar composição vegetal, ter uma temperatura de fusão menor, mais flexibilidade e um tempo de impressão menor. O ABS também possui alguns aspectos positivos, como o menor custo e ser mais resistente, porém apresenta forte odor, por ser proveniente do petróleo e o índice de rachaduras nas peças é maior (SANTOS, 2018).

Considerações finais

Com a realização desta pesquisa foi possível categorizar as produções acadêmicas, no campo das Ciências da Natureza, que empregam a impressão 3D como ferramenta na construção de materiais de apoio ao processo de ensino-aprendizagem das áreas de Biologia, Química e Física. Ficou constatado que trata-se de uma temática recente e que carece de maior estudo, já que a tecnologia de impressão

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

3D vem se destacando dentro dos campos da ciência, tecnologia, ensino, inovação e desenvolvimento sustentável, trazendo a possibilidade da construção de modelos concretos com baixo investimento em insumos, com grande resistência, durabilidade e desenvolvimento de processos didáticos.

Os resultados apontam o destaque para estudos da Região Sudeste, especialmente o estado de São Paulo, como a detentora da maior quantidade de publicações. Porém, considerando que até a finalização do levantamento não foi encontrada nenhuma pesquisa no ano de 2020, esperava-se que mais pesquisas pudessem estar em desenvolvimento nesta temática. Cabe ressaltar a importância deste estudo considerando que os autores pertencem à Região Centro-Oeste, única Região brasileira não contemplada com trabalhos no levantamento realizado, podendo servir como base para instruir novas pesquisas por autores desta localidade.

Além disso, temos o ensino superior como campo predominante de aplicação das pesquisas selecionadas. Por se tratar de uma temática voltada para auxiliar os processos de ensino-aprendizagem, é compreensível que os estudos sejam aplicados em maior quantidade dentro dos próprios cursos de licenciatura, pois esses mesmos estudantes poderão utilizar esse conhecimento para aplicação futura em sala de aula. Mesmo assim, essa temática pode e deve ser utilizada em todos os níveis de ensino. Se for levado em consideração que é preciso promover o estímulo dos estudantes para manter o interesse nos estudos, o aumento desse tipo de trabalho aplicado com a educação básica parece ser fundamental.

Os modelos concretos desenvolvidos, mesmo que possuam foco inclusivo, são passíveis de utilização por estudantes videntes. Ademais, podem aguçar a curiosidade destes por possibilitar a interação com um estudante que apresente algum tipo de deficiência. Considerando que este estudo aponta a impressão 3D como uma grande aliada no desenvolvimento de materiais assistivos, principalmente no que concerne à deficiência visual, espera-se que este levantamento estimule o aumento de pesquisas com foco inclusivo. Mesmo que tenha sido encontrado apenas um trabalho voltado ao atendimento de pessoas com surdez, é possível motivar a construção de outros materiais para atendimento deste público.

Por fim, o intuito é que este panorama leve a reflexões acerca da importância dessa ferramenta nos processos de ensino-aprendizagem nos diferentes campos das Ciências da Natureza. Espera-se que os pesquisadores se atentem a detalhar de forma mais completa os métodos empregados na confecção de materiais 3D, para

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

que os interessados nesta temática entendam com mais eficácia as funcionalidades dessa ferramenta e se sintam confortáveis em experimentar a utilização da mesma, aumentando, assim, as produções científicas sobre o tema e consequentemente as contribuições para a sociedade.

3D printing and research in nature sciences: a look at scientific production in the area

Abstract

This research sought to carry out a survey of scientific production in Brazil regarding the use of 3D printing in the construction of materials that facilitate the teaching-learning process of Natural Sciences. The analysis was carried out in several stages and the works were categorized based on their geographical characteristics, year of publication, classification of the type of research, author's institution of origin, level of education, application, methods and inputs used in 3D printing and the presence of an inclusive focus. The regional distribution of works pointed to the prevalence of research from the Southeast region, as well as the absence of work in the Midwest region. The analysis of the selected works indicated that 3D printing has been gaining space in the area of education, with the construction of concrete models being the most significant way of using this tool in the themes focused on Biology, Physics and Chemistry, the latter being highlighted in the number of publications. Another relevant aspect is the production of assistive materials, entirely aimed at visual impairment, showing the potential of this tool as a means of breaking barriers for students with this impairment. As for the printing itself, the preference for using the thermoplastic PLA is notorious, followed by ABS as inputs in the construction of the materials, however few works attempt to approach the printing process in detail.

Keywords: Natural Sciences, Teaching-Learning, 3D Printing.

Notas

1 *Maker* é um termo que remete a pessoas que costumam construir e consertar objetos, compreender como estes funcionam, em especial os produtos industrializados. A reunião destas pessoas em comunidades passou a criar bases para o que denominou-se de Movimento *Maker*, que desenvolveu um conjunto de valores próprios e que tem chamado a atenção de educadores pelo potencial de engajar os estudantes em atividades de aprendizagem muito diferentes da educação tradicional (RAABE e GOMES, 2018).

2 Acrilonitrila Butadieno Estireno

3 Ácido Polilático

4 Politereftalato de Etileno

5 https://www.stratasys.com/br/fdm-technology

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Referências

AGUIAR, Leonardo de Conti Dias; YONEZAWA, Wilson Massashiro. Construção de instrumentos didáticos com Impressoras 3D. **IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa - PR, 2014.

AGUIAR, Leonardo Conti Dias. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências**. 2016. 226 p. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, São Paulo, 2016.

ALMEIDA, Joyce Fernandes. **Modelos 3D impressos como estratégia para a aprendizagem do conceito de interação enzima-substrato**. 2019. 148 p. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2019.

BASNIAK, Maria Ivete; LIZIERO, André Rafael. A Impressora 3D e novas perspectivas para o ensino: possibilidades permeadas pelo uso de materiais concretos. **Revista Observatório**, Palmas, v. 3, ed. 4, 2017.

BUEHLER, Erin et al. **Investigating the implications of 3D printing in special education**. ACM Transactions on Accessible Computing. v. 8, n. 3, p. 1- 28, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1145/2870640>.

CANESSA, Enrique.; FONDA, Carlo.; ZENNARO, Marco. **Low-cost 3D Printing for Science, Education & Sustainable Development**. ICTP—The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, 2013.

CARVALHO, Carlos Vitor de Alencar *et al*. Um material potencialmente significativo para o ensino da engenharia civil utilizando impressora 3D e realidade aumentada: uma experiência com alunos do ensino médio e do ensino superior. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, ed. 3, p. 10855-10868, 2020.

SILVA, Regiane Guimarães**. Importância da utilização de recursos didáticos impressos 3D no processo de ensino e aprendizagem de zoologia**. 2017. 81 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2017.

SILVA, André Arnaldo et al. Desenvolvimento de uma cuba de eletroforese utilizando impressão 3D. **Revista Científica UMC**, [s. l.], 2019.

ANDRADE, Neli Oliveira. **Modelos confeccionados em Impressora 3D para o ensino de geometria molecular em Química**. 2019. 62 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2019.

REIS, Juliardnas Rigamont et al. Impressão 3D dos fosfolipídeos como recurso didático para o ensino de Biologia Celular. **CR3IAR - Workshop em Criatividade, Inovação e Inteligência Artificial**, Belém, PA, 2019.

SOUSA, Francislaine Xavier et al. O uso de tecnologia de impressão 3D no ensino de Química para deficientes visuais e de baixa visão. **SIMPEQUI - Simpósio Brasileiro de Educação Química**, Manaus - AM, ed. 15, 2017.

SANTOS, Robson Amauri Guedes. **Ensino de Física a deficientes visuais mediado por impressão 3D**. 2018. 21 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física). Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, Universidade Estadual da Paraíba, Patos, 2018.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

SANTOS, Michele Barboza. **O ensino inclusivo de Biologia Celular para alunos surdos e DV'S: da construção de um kit interativo à formação de professores**. 2018. 146 p. Dissertação (Mestrado em Ensino). Universidade Estadual do Paraná, Paranavaí, 2018.

DUARTE, Cássia Cristina Campos. **Ensino de Química para Pessoas com Deficiência Visual:** Mapeamento e Investigação de Produções e Aplicações no Brasil. 2019. 143 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2019.

EVANGELISTA, Fábio Lombardo; PERUZZO, Jucimar. Materiais didáticos para o ensino de física no nível fundamental por meio de plataformas eletrônicas. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 3, ed. 3, p. 49-68, 2019.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. Pesquisas denominadas estado da arte. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 79, p. 257-274, ago. 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-73302002000300013>.

GÄAL, Gabriel. **Fabricação de trilhas condutoras através de tecnologia de impressão 3D**. 2017. 68 p. Dissertação (Mestrado em Física). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin, Campinas, 2017.

GONÇALVES, Luciana Cardoso. Material didático para a inclusão de estudantes com deficiência visual nas aulas de Ciências e Biologia sobre filos Mollusca e Echinodermata. **Pesquisa e Práticas em Educação Inclusiva**, Manaus, AM, v. 2, ed. 4, 2019.

LACERDA, Janiny Nunes. **A impressão 3D como estratégia de ensino e aprendizagem em Química na Educação Básica**. 2017. 52 p. Monografia (Licenciatura em Química). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017.

LIMA, Bruna Tayane da Silva. **Proposta de Química Orgânica para alunos com deficiência visual:** Desenhando prática pedagógica inclusiva. 2017. 172p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGECEM). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

MANGIA, Louise Hamond Regua. **Kit Microbiano para o ensino-aprendizagem da Microbiologia por deficientes visuais**. 2019. 122 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Desenho Industrial). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

MELO, Fernanda dos Santos Camara. **Fabricação digital no ensino-aprendizagem de Biologia Celular**. 2016. 75 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura). Universidade Católica de Santos, Santos, 2016.

MENDONÇA, Suzielli Martins et al. Desenvolvimento de experimentos didáticos utilizando a tecnologia de impressão 3D. **Mostra da Produção Universitária**, Rio Grande, RS, ed. 17, 2018.

MONFREDINI, Ivanise.; FROSCH, Renato. O espaço maker em universidades: possibilidades e limites. **EccoS – Revista Científica**, São Paulo, n. 49, p. 1-20, e13341, abr./jun. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5585/EccoS.n49.13341>.

ORLANDO, Tereza Cristina et al. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 1-17, fev. 2009. DOI: <https://doi.org/10.16923/reb.v7i1.33>.

OSTUZZI, Francesca et al. +TUO project: low cost 3D printers as helpful tool for small communities with rheumatic diseases", **Rapid Prototyping Journal**, v. 21 n. 5, p. 491-505, ago. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1108/RPJ-09-2014-0111>.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

PALAIO, Sueny Calazans dos Santos et al. Desenvolvimento de modelos impressos em 3D para o ensino de Ciências. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, [s. l.], v. 8, ed. 3, 2018.

SANTOS, Michele Barbosa. **O ensino inclusivo de Biologia Celular para alunos surdos e DV'S: da construção de um kit interativo à formação de professores**. 2018. 146 p. Dissertação (Mestrado em Ensino). Universidade Estadual do Paraná, Paranavaí, 2018.

TEACHTHOUGHT. **10 Ways 3D Printing Can Be Used In Education** [Infographic]. 02/19/2013, TeachThought Staff. Disponível em: <http://www.teachthought.com/technology/10- ways-3d-printing-can-be-used-in-education/>. Acesso em: 30 jun. de 2020.

TOLEDO, Katharine Coimbra et al. O uso da Impressora 3D na construção de geometrias moleculares como uma proposta didática no ensino de Química, adaptado para pessoas com deficiência visual. **CONEDU - Congresso Nacional de Educação**, [s. l.], ed. 6, 2019.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Ensino por investigação no ensino de biologia: uma revisão sistemática dos eventos ENEBIO e ENPEC

Ana Júlia Soares Santana*, Maria Danielle Araújo Mota**, Leonir Lorenzetti***

Resumo

O presente artigo é o produto de uma Revisão Sistemática de Literatura (RLS) sobre o Ensino por Investigação no Ensino de Biologia, cujo o objetivo é identificar as principais características do Ensino por Investigação no Ensino de Biologia nos trabalhos empíricos publicados em dois eventos nacionais de Ensino de Ciências e Ensino de Biologia, haja vista as contribuições que as práticas investigativas podem oferecer, discutindo os dados extraídos das produções analisadas a partir das concepções e pressupostos de pesquisadores que vêm explorando esta temática. A metodologia utilizada seguiu as seguintes etapas para construção da RSL: a formulação do problema, a escolha da base de dados, escolha das palavras chaves, coleta e armazenamento dos trabalhos, delimitação e aplicação dos critérios de exclusão e inclusão, análise dos artigos e trabalho com os dados. O levantamento foi realizado tendo como base de dados os anais do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO), compreendidos entre 2010 e 2018, e do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), de 2011 a 2019, sendo analisados 14 trabalhos do ENEBIO e 13 trabalhos do ENPEC. Os principais resultados demonstram que a abordagem foco deste trabalho se apresenta de forma pouco expressiva, assim como discute as características principais do Ensino por Investigação apresentado nos trabalhos analisados, que foram: temas biológicos, objeto de estudo e elementos do Ensino por Investigação.

Palavras-chave: Ensino por Investigação, Ensino de Biologia, Revisão Sistemática.

* Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Alagoas. E-mail: ana.soares@icbs.ufal.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0827-8416.

** Professora doutora do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-graduação em Ensino e Formação de professores (PPGEFOP) e Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Federal de Alagoas. E-mail: danielle.araujo@icbs.ufal.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7305-6476.

*** Professor Doutor do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática na Universidade Federal do Paraná. E-mail: leonirlorenzetti22@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0208-2965.

https://10.5335/rbecm.v5i1.12981

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0

Recebido em: 20/09/2021 – Aceite em: 05/01/2022

ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

O Ensino por Investigação (EnI) vem sendo amplamente discutido e ganhando muito espaço no Ensino de Ciências (EC) devido a presença de elementos similares aos da prática científica e as suas contribuições para o processo de Alfabetização Científica dos estudantes. Visando suas potencialidades para a ressignificação do Ensino de Biologia (EB), devido suas características e finalidades (SCARPA; CAMPOS, 2018), é importante explorar e compreender o melhor modo de aplicação dessa abordagem para essa área, tornando sua implementação concreta e eficiente.

A compreensão da biologia é indispensável para a participação cidadã e formação integral do sujeito, de forma a promover o aprimoramento do intelecto dos aprendizes, resultante de uma aprendizagem relevante e útil para o cotidiano. Entretanto, é comumente encarada pelos estudantes de forma não atrativa, como uma disciplina de mera memorização de conceitos voltada para a realização de avaliações superficiais da rotina escolar (KRASILCHIK, 2009).

Nesse sentido, o EnI pode contribuir para a superação destes problemas, pois pode contribuir para que os estudantes possam "*pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas*" (CARVALHO, 2018, p. 766). Assim sendo, pode possibilitar um ensino que tenha como resultado a construção de um conhecimento científico significativo e útil para os envolvidos

Contudo é possível se deparar com algumas dificuldades de implementar essa abordagem a alguns conteúdos biológicos (SCARPA; SILVA, 2013; TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015) devido as particularidades dessa ciência, assim como sua natureza e epistemologia, importantes para integrar o ensino da mesma (MAYR, 2005). No âmbito do Ensino de Biologia, muito tem sido discutido acerca das suas possibilidades, como também dos desafios da sua utilização, principalmente sobre as limitações impostas pelas especificidades dessa ciência, sendo notória a necessidade da sua exploração nos aspectos de materialização nas aulas.

Diante do exposto, buscamos responder a seguinte questão: como se apresenta e qual a prevalência da abordagem Ensino por Investigação aplicada a saberes biológicos nos eventos Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO) e o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) dos últimos anos? Esse

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

questionamento surge para que seja possível obter uma maior compreensão sobre os aspectos que necessitam de atenção para a materialização do EnI na Biologia.

Concepções e pressupostos teóricos

O EC deve contar com professores que atendam às necessidades formativas que os possibilitem romper com o paradigma de transmissão/recepção, onde existe a concepção equivocada de que para ensinar basta saber mais do que o estudante, passando a enxergar o ensino e a aprendizagem como uma construção colaborativa de conhecimento entre professor e aprendizes, fazendo uso da pesquisa (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

As necessidades formativas defendidas por Carvalho e Gil-Pérez (2011) referem-se: a quebra da visão de que ensinar ciências é simples; ao conhecimento daquilo que se propõe a ensinar; ao questionamento das concepções espontâneas que permeiam a prática docente; possuir arcabouço teórico acerca do aprendizado das ciências; ter criticidade ao analisar o modelo tido como tradicional; buscar meios que garantam uma aprendizagem efetiva; saber guiar os estudantes; saber avaliar e articular o ensino e pesquisa.

Considerar a formação e experiências que formam a identidade dos professores é importante, pois esses fatores têm muita influência na sua atuação. Ao implementar a abordagem EnI, por exemplo, para Campos e Scarpa (2018), o principal desafio que influencia essa adoção se refere às concepções e crenças dos professores, e isso assume particular relevância, visto que esse fato tem influência direta na prática pedagógica dos mesmos.

O Ensino por Investigação é uma abordagem didática que propõe que, ao invés de apenas aprender o que a ciência construiu por meio da memorização de nomes e fórmulas, manipulação de símbolos e cálculos, seria importante para os estudantes um contato mais próximo com o processo de produção do conhecimento (CARVALHO, 2013). Tomando-o como associado ao trabalho do professor e não apenas a uma estratégia específica, o Ensino por Investigação configura-se como uma "*abordagem didática, podendo, portanto, estar vinculado a qualquer recurso de ensino desde que o processo de investigação seja colocado em prática e realizado pelos alunos a partir e por meio das orientações do professor*" (SASSERON, 2015, p. 58).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

> É importante deixar claro que não há expectativa de que os alunos vão pensar ou se comportar como cientistas, pois eles não têm idade, nem conhecimentos específicos para tal realização. O que se propõe é muito simples – queremos criar um ambiente investigativo em salas de aulas de Ciências de tal forma que possamos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que possam gradativamente ir ampliando a sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica [...] se alfabetizando cientificamente (CARVALHO, 2013, p. 9).

Segundo Azevedo (2004) por meio do Ensino por Investigação:

> O aluno deixa se ser apenas um observador das aulas, muitas vezes expositivas, passando a ter uma grande influência sobre ela, precisando argumentar, pensar, agir, interferir, fazer parte da construção de seu conhecimento. Com isso, deixa de ser apenas um conhecedor de conteúdo vindo a 'aprender atitudes, desenvolver habilidades, como argumentação, interpretação, análise entre outras' (AZEVEDO, 2004, p. 25).

O Ensino por Investigação é implementado por meio de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Uma SEI é uma proposta didática que tem por finalidade desenvolver conteúdos ou temas científicos. Este tema é investigado com o uso de diferentes atividades investigativas (laboratório aberto, demonstração investigativa, textos históricos, problemas e questões abertas, recursos tecnológicos, entre outros).

Uma SEI pode apresentar as seguintes etapas: 1) Etapa de proposição do problema pelo professor e distribuição do material; 2) Etapa de resolução do problema; c) Etapa de sistematização dos conhecimentos; d) Etapa do escrever e desenhar.

Segundo Carvalho (2013, p. 9) "*uma SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico do conteúdo Programático*". Desta forma, "*ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é mais de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos alunos na construção de um novo conhecimento*" (CARAVALHO, 2013, p. 2). Um bom problema deve possibilitar que os alunos possam resolver e explicar o fenômeno envolvido, levantar hipóteses, relacionar com o mundo em que vivem e utilizar o que aprenderam em outras disciplinas.

Após a proposição do problema, o professor disponibiliza o material para a resolução em pequenos grupos, tomando o cuidado para não responder o problema. Os materiais podem ser experimentais ou não experimental, como figuras de jornal ou internet, textos ou ideias que os alunos já dominam.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Na etapa de Resolução do Problema o foco deve ser nas ações manipulativas para que os alunos possam levantar e testar hipóteses, procurando resolver o problema proposto pelo professor. Nesta etapa cabe ao professor verificar se os alunos entenderam o problema e deixá-los trabalhar.

Durante a Sistematização do conhecimento o professor organiza a classe para um debate coletivo. Por meio de perguntas, especialmente "*Como vocês conseguiram resolver o problema?"* o professor busca a participação dos alunos, levando-os a tomar consciência da ação desenvolvida. É a etapa da passagem da ação manipulativa à ação intelectual. *"E como ação intelectual os alunos vão mostrando, por meio do relato do que fizeram, as hipóteses que deram certo e como foram testadas. Essas ações intelectuais levam ao início do desenvolvimento de atitudes científicas como o levantamento de dados e a construção de evidências*" (CARVALHO, 2013, p. 12).

O professor pode fazer outras perguntas*: "Por que vocês acham que deu certo?" "Como vocês explicam o porquê de ter dado certo?"*, buscando uma justificativa para o fenômeno ou mesmo uma explicação causal, mostrando, no conjunto da classe, uma argumentação. Neste processo a mediação do professor é fundamental para a construção de conhecimentos.

Nas Etapas de escrever e desenhar é o momento da sistematização individual do conhecimento. Partindo do pressuposto que o diálogo e a escrita são atividades complementares, mas fundamentais em sala de aula, o professor solicitará que os alunos escrevam e desenham sobre o que aprenderam em sala de aula.

Importante destacar que o Ensino por Investigação pode envolver problemas experimentais, envolvendo principalmente os componentes curriculares das Ciências da Natureza, e problemas não experimentais, envolvendo os demais componentes curriculares.

Independentemente do tipo de problema envolvido deve-se criar condições para que os alunos possam trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (CARVALHO, 2013).

Considerando as necessidades formativas inerentes ao professor de ciências, é importante compreender o porquê ensinar essa área e as dificuldades dessa prática. O EC deve desenvolver "*capacidades de compreensão no aluno, além da simples memorização de nomes complicados*" (BIZZO, 2009, p. 30). Nesse sentido, o autor

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

considera que se faz necessário traçar estratégias para que seja possibilitado aos estudantes enxergar a ciência e atribuir sentido a ela.

> Muitas vezes, os alunos não conseguem adquirir as habilidades necessárias, seja para elaborar um gráfico a partir de alguns dados ou para observar corretamente através de um microscópio, mas outras vezes o problema é que eles sabem fazer as coisas, mas não entendem o que estão fazendo e, portanto, não conseguem explicá-las nem aplicá-las em novas situações (POZO; CRESPO, 2009, p. 16).

Partindo das concepções de Pozo e Crespo (2009), dentro do contexto da dificuldade de os estudantes aprenderem Ciências, um aspecto destacado pelos autores está relacionada ao fato dos conteúdos serem factuais, ou seja, envolvidos em uma cultura conteudista que logo se diluem, e não na cultura científica, tendo contato com as faces da ciência e poder aplicá-las em diferentes situações.

Objetivando um EC como colocado anteriormente, a alfabetização cientifica (AC) vem sendo amplamente discutida. Pensando na alfabetização, um sujeito está alfabetizado quando consegue entender determinado escrito de uma linguagem conhecida por ele. Chassot (2003) faz uma analogia entre essa situação e o entendimento da ciência, onde a mesma é a linguagem na natureza, e ao ser entendida levará à compreensão dos fenômenos da naturais.

Nessa perspectiva, Lorezentti e Delizoicov (2001, p. 51) expressam que deve ser proporcionado *"[...] aos alunos a visão de que a Ciência, como as outras áreas, é parte de seu mundo e não um conteúdo separado, dissociado da sua realidade*". Para Chassot (2003, p. 94), "*os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo e, preferencialmente, transformá-lo em algo melhor*". Nesse sentido, é esperado que o EC possa contribuir para alfabetizar cientificamente os sujeitos, para que desenvolvam uma postura mais crítica e questionadora frente as questões cientificas do seu âmbito social.

Alinhada a esses princípios, Sasseron e Carvalho (2011) organizam a Alfabetização Científica nos seguintes eixos: a) compreensão básica de termos científicos e conceitos científicos; b) compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; c) entendimento das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Em linhas gerais, significa inserir os indivíduos na cultura científica para utilização da ciência que lhes é ensinada no cotidiano.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Sendo assim, o EC deve ser pensado para materializar os eixos estruturantes da AC. Alinhadas a tais pressupostos, Scarpa e Campos (2018) defendem que o EC, visando que a AC seja promovida, deve preocupar-se em desenvolver o aprender ciências, que se relaciona com o entendimento dos conceitos científicos; aprender a fazer ciência, dialogando com o entendimento da epistemologia da ciência; e aprender sobre ciências, do modo que ela se apresenta no mundo. As autoras expressam que essas três dimensões devem estar articuladas de forma equilibrada, onde cada uma dessas ações possuem a mesma importância, além de ter como principal característica o protagonismo do estudante nesse processo. Colocam, ainda, o EnI como um caminho para a materialização dessas premissas.

Há muitos diálogos entre o EnI e AC na literatura, onde a abordagem ganha destaque por sua potencialidade referente ao envolvimento dos sujeitos na AC. Partindo do pressuposto de que a AC busca que o indivíduo possua um apanhado de habilidades para o posicionamento e entendimento científico (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017), o EnI pode lhe trazer contribuições, pois:

> Ao transitar pelas informações por meio da investigação, construindo novos entendimentos sobre as informações que já possuem, e, por meio de análises críticas e constantes das ações, os estudantes estarão desenvolvendo práticas científicas e epistêmicas em estreita relação com o desenvolvimento do raciocínio científico (SASSERON, 2018, p. 1069).

Sasseron (2015) defende a cultura científica escolar como forma de superar a dicotomia entre as culturas escolar e científica, possibilitando a integração e atuação dos sujeitos em questões presentes na sociedade, especialmente as de cunho científico. Dentro dessa perspectiva, tem-se o objetivo tornar o EC aliado para o alcance da AC a partir do EnI e a argumentação. A autora explicita que a cultura, tanto escolar como científica, é construída a partir de interações entre os pares e com os objetos de estudo, envolvendo ações coletivas na investigação e comunicação de conhecimento.

O EnI pode ser caracterizado como um caminho que busca ir além de aprender conteúdos científicos, tendo a finalidade de desenvolver habilidades de pensamento, comunicação e com respaldo científico, leitura com criticidade e domínio de escrita autoral e clara (CARVALHO, 2018). Nesse sentido, deve oferecer ao estudante instrumentos para, ao se deparar com fenômenos do mundo, construir suas próprias hipóteses, ideias e explicações (CARVALHO, 2011). Nesse sentido, Santana e Mota

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

(2020, p. 5) colocam que o EnI pode promover *"[...] uma aprendizagem que contemple os conteúdos científicos, bem como os aspectos e processos que resultam nesses conteúdos, viabilizando meios para aprender a ciência e aprender sobre ciência"*.

Alinhados a essa concepção, Ferraz e Sasseron (2017, p. 4) defendem que o EC não deve ser dicotômico, ou seja, com o foco voltado apenas para conceitos ou somente para procedimentos, mas, através do EnI, buscar trabalhar com ambos, configurando *"conceitos e práticas das ciências, fazendo com que os alunos possam, ao mesmo tempo, construir entendimento sobre fatos, leis, modelos e teorias científicas e tomar consciência de aspectos que circundam e influenciam a prática científica"*.

Para Cardoso e Scarpa (2018), ao planejar e aplicar essa abordagem, deve-se levar em consideração alguns elementos, os quais integram a ferramenta de Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI) proposta por eles. Tais elementos referem-se a: (i) estimular o interesse dos estudantes acerca da temática, (ii) apoiar a investigação (definindo problema/hipóteses e os envolvendo nessa definição, justificativa, planejamento dos procedimentos de investigação, trabalho com dados, registros), (iii) análises e conclusões (encorajamento para analisar, justificar, concluir e refletir), (iv) comunicação, (v) investigações futuras.

Há, no entanto, seguindo pressupostos dos pesquisadores da área, como Scarpa e Silva (2013) e Trivelato e Tonidandel (2015), desafios para implementar o ensino investigativo em determinados conteúdos biológicos. Partindo do princípio que o EnI alberga as ciências e a natureza da ciência (NdC), é imprescindível destacar que cada área do conhecimento tem sua epistemologia e particularidades que precisam ser consideradas.

Mayr (2005) destaca a autonomia da ciência em questão, colocando que as leis das ciências, como a física, não possuem aplicação na Biologia, como também as teorias da biologia não constituem outras ciências, trazendo-a como uma Ciência que comumente se apoia em teorias e não leis, busca compreender o mundo vivo, marcado por possuir a variação como regra, e que a NdC dessa ciência segue dois caminhos que exigem metodologias diferentes: Biologia funcional, que busca explicar fenômenos biológicos partindo de um olhar dos saberes químicos e físicos; e Biologia evolutiva, respaldada na história.

Muitos dos conhecimentos biológicos foram construídos tendo como principais fontes as observações e comparações, cabendo olhar para essas práticas como possibilidades de desenvolver o EnI (SCARPA; SILVA, 2013). Em contrapartida, a

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

experimentação acaba por reduzir o repertório de conteúdos objetos de investigação devido à complexidade do mundo vivo, podendo demandar mais tempo, por exemplo, e implicações éticas (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

Tendo em vista as características da biologia, Mota (2019) defende a utilização de ambientes que facilitem a compreensão do conhecimento científico historicamente construído. Contudo, a autora pondera que não necessariamente as práticas devem ser desenvolvidas em laboratórios, pois existem alternativas para observação de fenômenos e elementos da natureza.

Trivelato e Tonidandel (2015) propuseram eixos para estruturar Sequencias Investigativas de Biologia, sendo eles: propor a problemática a ser resolvida, coletar dados e compreendê-los, levantar hipóteses, elaborar afirmações e planejar os passos metodológicos da investigação. Carvalho (2013) considera que tanto o problema e os conhecimentos prévios possuem importância para que hipóteses sejam construídas para chegar à resolução da problemática proposta, cabendo destacar essa etapa como a desencadeadora da investigação.

Vale destacar as contribuições da argumentação nessas etapas. Scarpa, Sasseron e Silva (2017) explicitam que no EnI, ao possibilitar que o aprendiz estabeleça relações entre dados e afirmações, entre variáveis e explicações para determinados fenômenos, estará sendo possibilitado também desenvolver habilidades argumentativas. As autoras ainda destacam a importância desse fato para possibilitar que o pensamento crítico seja construído, o que tem grande relevância quando se objetiva a AC.

Carvalho (2011) considera que uma SEI deve considerar quatro pontos principais: um problema para iniciar a construção do conhecimento, a passagem da ação manipulativa para ação intelectual, a tomada de consciência das ações para a construção do conhecimento e as explicações científicas. Partindo desses pressupostos, é possível identificar elementos importantes para o desenvolvimento da abordagem EnI.

Metodologia

Nessa seção, descreveremos os passos metodológicos para realização da pesquisa, a qual adotamos uma abordagem qualitativa com finalidade exploratória (GIL, 2008). Concordamos com o autor quando considera que parte dos estudos de caráter exploratório partem de pesquisas bibliográficas. O mesmo autor explicita que

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

a *"vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente"* (GIL, 2008, p. 50). Por isso, optamos por realizar uma de Revisão Sistemática de Literatura (RSL).

As RSL são importantes e muito utilizadas para produções científicas por serem caracterizadas como pesquisas de grande amplitude, contribuindo para a criticidade e o caráter reflexivo do trabalho, bem como reduzindo o viés da perspectiva do autor. Nessa linha, foram estabelecidas etapas para construção da revisão, sendo elas a formulação do problema, a escolha da base de dados, escolha das palavras chaves, coleta e armazenamento dos trabalhos, delimitação e aplicação dos critérios de exclusão e inclusão, análise dos artigos e trabalho com os dados (COSTA; ZOLTOWSKI, 2014).

Para esses autores, existem alguns modelos de perguntas a serem pesquisadas, cujas respostas podem ser obtidas através de uma RSL, e um desses modelos é a prevalência. Baseando-se nesse pressuposto, formulamos o seguinte problema: Qual a prevalência da abordagem Ensino por Investigação aplicada a saberes biológicos nos eventos ENPEC e ENEBIO dos últimos anos e como essa abordagem se apresenta?

As bases de dados escolhidas foram os anais das últimas cinco edições do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO), compreendidos entre 2010 e 2018, e do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), de 2011 a 2019. O critério de escolha se fez por se tratarem de dois eventos nacionais da área de Ensino de Biologia e Educação em Ciências, respectivamente. Dessa forma, cumprimos com a segunda etapa da RSL, de acordo com Costa e Zoltowski (2014), que se refere a escolha da base de dados, onde realizou-se uma busca sistemática entre os meses de setembro e dezembro de 2020.

Sampaio e Mancini (2007) defendem que uma RSL deve garantir que sejam incluídos trabalhos relevantes para a temática, estabelecendo termos para buscar esses trabalhos. Alinhados a essa concepção, Costa e Zoltowski (2014) estabeleceram a etapa da escolha das palavras chaves.

Nesse sentido, para as duas bases de dados usamos os seguintes descritores para seleção dos artigos: ensino por investigação, ensino investigativo e atividades investigativas, ensino de biologia, biologia, temas biológicos. Para o ENPEC, utilizamos a fermenta de busca online disponível em todas as páginas dos anais. Já o ENEBIO, a edição 2010 disponibilizava a ferramenta de busca, mas nas demais

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

edições os anais estavam dispostos em revistas, então realizou-se a leitura do sumário em busca dos descritores.

O número de trabalhos selecionados a partir da busca nas duas bases de dados escolhidas foi 174, através da leitura dos títulos e resumos dos mesmos. A posteriori foram armazenados em pastas no drive, separados por evento e suas edições, cumprindo a etapa de armazenamento proposta por Costa e Zoltowski (2014).

Após isso, houve a realização da etapa delimitação e aplicação dos critérios de exclusão e inclusão, defendida pelos mesmos autores supracitados, onde os critérios delimitados e aplicados foram: exclusão de trabalhos de revisão, de artigos de atividades investigativas produzidas para fins acadêmicos, de trabalhos sobre abordagens com outra denominação como ensino por pesquisa e afins.

Foi realizada a inclusão apenas dos trabalhos com (i) ensinos investigativos sobre temáticas relacionadas aos saberes biológicos e aplicadas com estudantes escolares, (ii) compreendidos entre os anos 2010 a 2019 correspondendo às últimas cinco edições, (iii) tendo como público alvo estudantes do ensino fundamental anos finais e ensino médio (Quadro 1).

Quadro 1: Trabalhos Selecionados

(continua...)

Item	Autores	Base de dados	Título do artigo	Nível de Ensino
T1	Malheiro e Teixeira (2011)	ENPEC	A resolução de problemas de Biologia com base em atividades experimentais investigativas: uma análise das habilidades cognitivas presentes em alunos do Ensino Médio durante um curso de férias	Ensino Médio
T2	Silva et. al (2015)	ENPEC	A utilização da metodologia investigativa na reconstrução do conceito de fluxo de energia com alunos do 9o Ano	Ensino Fundamental
T3	Barros et al. (2015)	ENPEC	Experimento-Investigativo no Ensino de Ciências: Facilitando o Aprendizado sobre os Decompositores por meio da visualização da Formação de Fungos	Ensino Fundamental
T4	Guimarães, Xavier e Falcomer (2015)	ENPEC	Desenvolvendo o conceito de teoria a partir de uma atividade investigativa	Ensino Médio
T5	Contente, Machado, Souza e Machado (2017)	ENPEC	O ensino de Artrópodes mediado por uma sequência de ensino investigativa	Ensino Fundamental
T6	Silva, Gerolin e Trivelato (2017)	ENPEC	Ensino de biologia por investigação: caracterização das práticas epistêmicas no contexto de uma atividade investigativa de ecologia	Ensino Médio
T7	Camargo, Motokane e Castro (2017)	ENPEC	A relação entre os movimentos epistêmicos de professores em formação inicial e os elementos dos argumentos construídos pelos alunos em uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade	Ensino Médio

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

(conclusão)

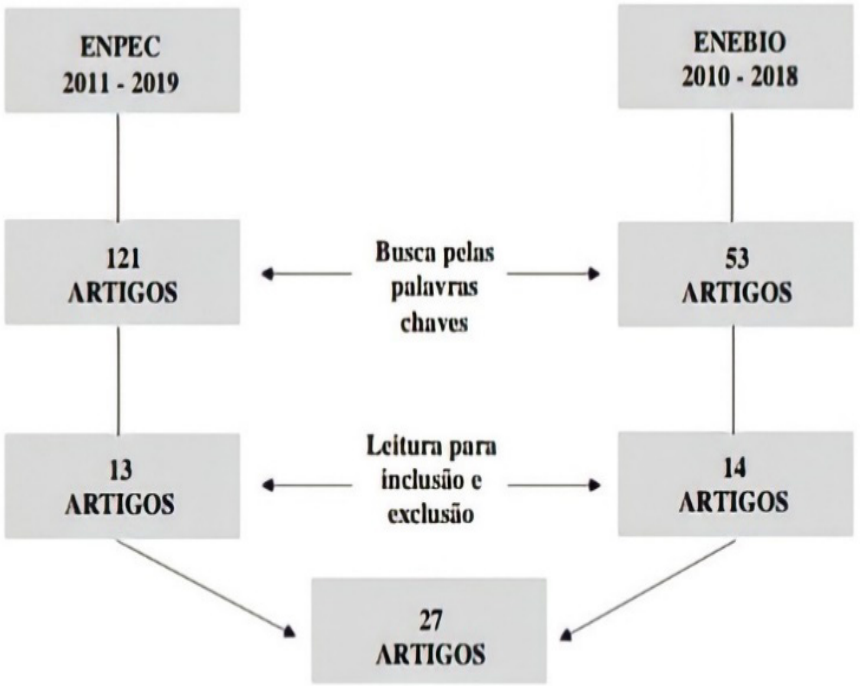
T8	Vieira e Almeida (2017)	ENPEC	Ensino de Biologia por investigação experimental: avaliação do entendimento da construção de conhecimento em Biologia por um grupo de alunos do ensino médio em uma sequência de atividades experimentais	Ensino Médio
T9	Roldi e Silva (2017)	ENPEC	Ensino por Investigação em Museus de Ciência: o caso do Instituto Nacional da Mata Atlântica-INMA	Ensino Médio
T10	Trazzi e Brasil (2017)	ENPEC	Ensino por investigação: análise de uma atividade experimental em sala de aula de Biologia	Ensino Médio
T11	Oliveira e Neves (2019)	ENPEC	A motivação de estudantes do ensino fundamental para aprender ciências em aulas investigativas na perspectiva da teoria da auto-determinação	Ensino Fundamental
T12	Brasil e Briccia (2019)	ENPEC	As contribuições de uma atividade experimental investigativa para o processo de ensino e aprendizagem sobre os fungos	Ensino Fundamental
T13	Küll e Zanon (2019)	ENPEC	Questões-problema propostas pelo professor em uma situação de ensino investigativa: estímulo ao protagonismo do estudante	Ensino Fundamental
T14	Pereira, Rodrigues e Santos (2010)	ENEBIO	Educação Ambiental e educação para saúde relacionadas em uma atividade experimental investigativa	Ensino Médio
T15	Moreira e Souza (2014)	ENEBIO	As atividades investigativas e a resolução de problemas no ensino de Biologia: limites e possibilidades	Ensino Médio
T16	Rodrigues, Leite e Gallão (2014)	ENEBIO	Ensino de Biologia por Investigação: relato de uma experiência no açude Santo Anastácio, Fortaleza (CE)	Ensino Médio
T17	Perticarrari. Trigo, Barbieri (2014)	ENEBIO	A parceria entre um centro de ciências e uma escola pública e sua implicação no processo de ensino e aprendizagem de ciências	Ensino Fundamental
T18	Almeida, Oliveira e Florêncio (2014)	ENEBIO	Ensino por Investigação: uma proposta de leitura e escrita no ensino de Biologia	Ensino Médio
T19	Del-Corso, Rezende, Trivelato e Silva (2014)	ENEBIO	Indicadores da Alfabetização Científica em uma SEI de Biologia: a proposição das inscrições literárias como um novo indicador	Ensino Médio
T20	Oliveros (2014)	ENEBIO	Atividades investigativas para ensinar as causas da má digestão	Ensino Médio
T21	Costa e Oliveira (2016)	ENEBIO	O jardim zoológico como espaço para o ensino de mamíferos: tecendo uma estratégia investigativa	Ensino Médio
T22	Camargo, Motokane e Castro (2016)	ENEBIO	A argumentação em uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade	Ensino Médio
T23	Neves e Neves (2016)	ENEBIO	A Biologia forense no jogo didático: uma ferramenta motivacional para o ensino de Genética em uma abordagem investigativa	Ensino Médio
T24	Silva et al. (2016)	ENEBIO	O ensino das interações ecológicas no cerrado e a alfabetização científica: uma proposta de sequência didática investigativa.	Ensino Fundamental
T25	Santos, Franzolin e Sales (2018)	ENEBIO	O uso de estratégias de aprendizagem no Ensino por Investigação	Ensino Médio
T26	Pires, Ferreira. Barros (2018)	ENEBIO	Estudos de caso no ensino de ciências: uma abordagem investigativa no estudo de parasitoses	Ensino Fundamental
T27	Persich, Marques, Neto e Scheid (2018)	ENEBIO	Ensino por Investigação e interdisciplinaridade: aproximações com as políticas curriculares para o ensino médio	Ensino Médio

Fonte: autores, 2021.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

A seleção dos trabalhos, dentro da perspectiva de RSL, deve obedecer a etapas, sendo importante avaliar os títulos, resumos e o artigo completo para maior clareza das informações, para então a aplicação rigorosa dos critérios de inclusão e exclusão (SAMPAIO; MANCINI, 2007). Diante disso, vale ressaltar que para aplicação dos critérios de exclusão e inclusão, bem como para extração de dados, realizamos a leitura do artigo completo.

Figura 1: Fluxograma da seleção dos artigos incluídos na pesquisa



Fonte: autores, 2021.

A última etapa da RLS foi o estudo dos artigos e trabalho com os dados (COSTA; ZOLTOWSKI, 2014). Para isso, realizou-se a análise de conteúdo proposta por Bardin (1977), organizando os dados nas categorias previamente estabelecidas: (i) temas biológicos das abordagens investigativas descritas nos trabalhos, (ii) objeto de estudo (OE) para a investigação. Os dados foram então organizados em gráficos (Gráficos 1 e 2) para melhor visualização das suas prevalências.

Ainda, buscamos extrair os (iii) elementos de EnI baseado na ferramenta de Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI), propos-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

ta por Cardoso e Scarpa (2018). A ferramenta foi adaptada (Tabela 3), onde foram dispostas a taxa percentual do aparecimento dos elementos que estavam presentes, parcialmente presentes e não identificados nos artigos selecionados.

Resultados e discussão

Tendo como base o levantamento realizado na pesquisa nos anais das últimas cinco edições do ENPEC e ENEBIO, de 2011 a 2019 e 2010 a 2018, respectivamente, foram selecionados 27 artigos que tratavam de alguma aplicação do EnI voltado para Biologia, conforme Tabela 1, onde foi observado que nas duas primeiras edições houve poucas publicações sobre a temática.

Tabela 1: Distribuição dos artigos selecionados nos eventos e edições

ENPEC	2011	2013	2015	2017	2019	Total
Nº de artigos	01	-	03	06	03	13
ENEBIO	2010	2012	2014	2016	2018	
Nº de artigos	01	-	06	04	03	14
Total						27

Fonte: autores, 2021.

O levantamento realizado nessa pesquisa, considerando todos os trabalhos publicados que relacionam a abordagem foco deste trabalho e o Ensino de Biologia, pelo número de artigos selecionados e os critérios de inclusão, chegamos ao percentual de 0,27%, revelando uma representatividade muito baixa.

Foram identificadas as características principais do EnI apresentado nos trabalhos analisados e organizadas em três categorias analíticas: (i) temas biológicos, (ii) objeto de estudo e (iii) elementos do Ensino por Investigação.

Temas biológicos das abordagens investigativas

Na primeira categoria, buscou-se identificar as subáreas da biologia que foram abordadas nos trabalhos. Foi considerado o tema com mais enfoque para agrupar os estudos. Os trabalhos foram agrupados em subcategorias correspondentes aos seus eixos temáticos, conforme Tabela 2.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Tabela 2: Distribuição dos trabalhos nas subcategorias

Temas biológicos das abordagens investigativas	Trabalhos ENPEC	Trabalhos ENEBIO
Botânica	T9, T13	-
Citologia	T8	T25
Ecologia	T2, T6, T7, T10	T18, T19, T22, T24
Evolução	T4	T15
Fungos	T3, T12	-
Parasitologia	-	T26
Recursos hídricos	-	T27
Saúde e ambiente	-	T14
Sistema digestório	-	T20
Zoologia	T1, T5	T17, T18, T21

Fonte: autores, 2021.

Dos trabalhos analisados, nove sobre ecologia, seguido dos temas biológicos zoologia, botânica, citologia, evolução, fungos, sistema digestório, parasitologia, recursos hídricos e saúde e ambiente, sendo os três últimos com a menor prevalência, representados por um trabalho cada. A seguir será apresentado um trabalho para cada tema identificado nas propostas de ensino investigativo.

A temática Zoologia esteve presente no T5 "*O ensino de Artrópodes mediado por uma sequência de ensino investigativa*" dos autores Contente *et al*. (2017). A sequência investigativa apresentada consiste na classificação de artrópodes de biscuit de acordo com suas características.

O T9 "*Ensino por Investigação em Museus de Ciência: o caso do Instituto Nacional da Mata Atlântica-INMA*" de Roldi e Silva (2017) traz a proposta de Ensino por Investigação sobre Botânica em um espaço não formal de educação, onde os estudantes/visitantes de um parque zoobotânico foram evolvidos em situações-problemas sobre polinização e fisiologia vegetal passíveis de serem respondidas com as observações da visita.

Santos, Franzolin e Sales (2018) propuseram, no T25, *"O uso de estratégias de aprendizagem no Ensino por Investigação",* uma investigação sobre citologia, mais especificamente sobre o ciclo celular, para a construção de um modelo didático do processo de divisão celular.

A temática Evolução se fez presente na atividade investigativa de Guimarães, Xavier e Falcomer (2015) no T4 *"Desenvolvendo o conceito de teoria a partir de uma*

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

atividade investigativa", que disponibilizou imagens sobre a teoria de Darwin e Lamarck para os estudantes, de maneira que eles explicassem o que estava sendo retratado nas imagens.

O T12 de Brasil e Briccia (2019) "*As contribuições de uma atividade experimental investigativa para o processo de ensino e aprendizagem sobre os fungos*", representa a temática fungos, onde a investigação sobre a ação dos fungos descendeu de uma experimentação com leveduras do fermento biológico para responder.

O tema Parasitologia esteve presente no T26 "*Estudos de caso no ensino de ciências: uma abordagem investigativa no estudo de parasitoses*" de Pires, Ferreira. Barros (2018). A atividade investigativa apresentada partiu da apresentação de casos em que os estudantes teriam que investigar questões ligadas ao saneamento básico e doenças parasitárias presentes nos casos apresentados.

No T27 *"Ensino por Investigação e interdisciplinaridade: aproximações com as políticas curriculares para o ensino médio",* sob a autoria de Persich *et al.* (2018), é problematizado a qualidade dos recursos hídricos, realizando assim a investigação por meio de análises da água para sua resolução.

O eixo saúde e ambiente foi explorado no T14 "*Educação Ambiental e educação para saúde relacionadas em uma atividade experimental investigativa*" desenvolvido por Pereira, Rodrigues e Santos (2010). Esse trabalho partiu da investigação acerca da melhor maneira de controlar o vetor da dengue sem o uso de inseticidas.

O sistema digestório foi trabalhado no T20 "*Atividades investigativas para ensinar as causas da má digestão*" de Oliveros (2014), onde buscou solucionar um problema de má digestão por meio da apresentação de sintomas dessa condição.

O T10 "*Ensino por investigação: análise de uma atividade experimental em sala de aula de Biologia*" de Trazzi e Brasil (2017) traz uma experimentação para a observação do desenvolvimento de uma planta sob diferentes condições de iluminação e recurso hídrico, os autores relatam a integração da Botânica com a Ecologia.

A ecologia chamou atenção por estar presente em muitos trabalhos. Cinco, dos oito temas relacionados a ecologia, realizaram experimentos com organismos vivos. Isso leva a inferência que a quantidade de trabalhos pode ter relação com o tipo de estratégia para o desenvolvimento do Ensino por Investigação, nesse caso, a experimentação. Em alguns também eram utilizados outros recursos, sendo possível denotar alguns problemas como a morte de plantas que eram alvo desses

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

experimentos, e tal fato leva a indagação se o experimento seria a melhor opção para a proposta investigativa.

Sendo a Ecologia o ramo da ciência foco deste trabalho que objetiva estudar o meio ambiente, os organismos vivos e de como se relacionam figurando como sistemas biológicos complexos, assim como zoologia e botânica, requerendo, assim, uma maior atenção, Mayr (2005) destaca que tais sistemas são marcados por fatores ausentes nas demais ciências que não a Biologia, pois são caracterizados por toda a complexidade e variabilidade do mundo vivo.

Segundo Trivelato e Tonidandel (2015), implementar experimentos no Ensino de Biologia vem junto com dificuldades: as implicações de estabelecer modelos com organismos vivos e o tempo que requer; as dificuldades referentes a variação presente na vida, podendo interferir na compreensão dos resultados; questões relacionadas a bioética. Partindo desses contrapontos às práticas investigativas, a consequência é a redução das possibilidades de implementar essa abordagem.

Outro ponto de destaque foi quanto ao tema evolução, apontado por Mayr (2005) como integrante da biologia evolutiva de caráter histórico, identificado em um trabalho o objeto recursos didáticos, sendo estes desenhos cujos estudantes teriam que formular uma teoria que os explicassem.

Levando em consideração a relação dos temas com os objetos de estudo (Figura 3) das atividades investigativas, a escolha destes deve considerar as seguintes questões: a biologia é uma ciência marcada por teorias e não leis (MAYR, 2005), o EnI deve desenvolver o raciocínio científico (SASSERON, 2018), e uma das premissas da AC está relacionada a compreender como a ciência é construída (SASSERON; CARVALHO, 2011). Dessa forma, não faz sentido propor uma abordagem que busca relacionar essas três dimensões sem considerar a epistemologia da ciência em questão.

Objetos de estudo da investigação

A segunda categoria refere-se aos objetos de estudo, onde realizou-se a identificação dos mesmos, de forma a agrupar os trabalhos em subcategorias que correspondem aos diferentes objetos de estudos propostos nas atividades investigativas, conforme Tabela 3. A seguir será apresentado um trabalho para cada objeto de estudo identificado nas propostas de ensino investigativo.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Tabela 3: Distribuição dos trabalhos nas subcategorias de objeto de estudo

Objetos de estudo da investigação	Trabalhos ENPEC	Trabalhos ENEBIO
Aula expositiva	T25	-
Discussão	-	T22
Estudo de caso	-	T26
Experimentação	T1, T3, T6, T9, T10, T12	T13, T14, T16, T18, T19, T20
Recursos didáticos	T2, T4, T7, T11	T23, T24, T5
Visita a campo	T9, T13	T16, T21, T27

Fonte: autores, 2021.

O T25, *"O uso de estratégias de aprendizagem no Ensino por Investigação"*, é um exemplo do uso da aula expositiva para oferecer suporte para os estudantes resolverem o problema. Os autores Santos, Franzolin e Sales (2018, p. 1091) relataram uma "aula em formato expositivo para sintetização dos conceitos".

O T22, "*A argumentação em uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade*", de Camargo, Motokane e Castro (2016) traz a discussão para resolver uma situação sobre "[...] a alteração dos caminhos disponíveis para a rota migratória de uma determinada população de peixes afetaria a constituição genética desta população ao longo do tempo".

O estudo de caso se fez presente na investigação do tema Parasitologia no T26, "*Estudos de caso no ensino de ciências: uma abordagem investigativa no estudo de parasitoses*", de Pires, Ferreira. Barros (2018), onde os estudantes foram apresentados a casos sobre saneamento básico e doenças parasitárias.

Um exemplo de experimentação no ensino investigativo foi apresentado no T12 de Brasil e Briccia (2019), "*As contribuições de uma atividade experimental investigativa para o processo de ensino e aprendizagem sobre os fungos*", no qual foram distribuídos os materiais experimentais: três copos de vidro, água, açúcar e fermento biológico para realizarem um experimento para investigar a ação dos fungos.

O T4, *"Desenvolvendo o conceito de teoria a partir de uma atividade investigativa"*, de Guimarães, Xavier e Falcomer (2015) sobre evolução, apresenta o uso de imagens, ou seja, fez uso de recurso didático para os estudantes desenvolverem teorias.

A visita de campo foi representada no T27, *"Ensino por Investigação e interdisciplinaridade: aproximações com as políticas curriculares para o ensino médio"*, dos autores Persich *et al.* (2018), que relataram visitas de campo para coleta de amostras de água para analisar e coletar dados.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Apesar da abordagem EnI poder ser desenvolvida a partir de problemas experimentais, respondido a partir da manipulação de materiais para realizar o experimento, ou não experimentais que faz uso de recursos como textos e imagens, é possível observar uma maior utilização da experimentação, estando presente em mais da metade dos artigos analisados, constatando, assim, uma possível tendência de associar o EnI às atividades experimentais. Vale ressaltar que o maior número de experimentos evidenciados foi realizado com organismos vivos (plantas, fungos e animais).

Diante disto, cabe refletir como essas propostas investigativas dialogam com a NdC da área foco deste trabalho, considerando que, por vezes, pode não ser a melhor alternativa para determinadas situações devido aos sistemas biológicos serem complexos e não passíveis de experimentação (SCARPA; SILVA, 2013; TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

O segundo objeto de estudo com maior prevalência foram os recursos didático (imagens, vídeos, desenhos e etc.), seguido da visita a campo que, seguindo o pressuposto que a Biologia se fundamenta em ações de observação e comparação (SCARPA; SILVA, 2013), promover a aproximação do ambiente natural pode figurar como um objeto muito relevante para subsidiar investigações.

As aulas expositivas, discussões e estudo de caso figuraram como objetos de pouca prevalência, pois se fizeram presentes em um trabalho cada um, apenas. Carvalho (2018) coloca que o tema proposto pode ser investigado através de distintas atividades investigativas, seja fazendo uso de laboratório, demonstração, textos e outros recursos.

Scarpa, Sasseron e Silva (2017) defendem que o EnI pode ser desenvolvido de distintas formas, desde experimentos às aulas expositivas, onde o aspecto principal da abordagem são as estratégias utilizadas pelo professor para encaminhar as ações investigativas. "*Um problema pode ser resolvido manuseando materiais práticos, ou utilizando lápis e papel; pode, ainda, ser resolvido na discussão que se faz com os colegas e professor*" (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017, p. 16).

Elementos do Ensino por Investigação

A terceira categoria foi construída buscando levantar quais elementos estavam presentes nos artigos selecionados. Destacamos na Tabela 4 os itens analisados e sua presença ou parcial presença e se não foram identificados. A seguir será apresentado um trabalho para cada elemento identificado nas propostas de ensino investigativo.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Tabela 4: Elementos do Ensino por Investigação

Elementos gerais EnI	Presente	Parcialmente Presente	Não identificado
E1: Introdução à investigação	33,3%	22,2%	44,4%
E2: Apoio às investigações dos estudantes	55,5%	44,4%	0,0%
E3: Guia análises e conclusões	59,259%	40,740%	0,0%
E4: Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo	81,481%	18, 518%	0,0%
E5: Estágios Futuros à investigação	7,407%	18,518%	74,074%

Fonte: Adaptado da ferramenta de DEEnCI (CARDOSO; SCARPA, 2018).

O T3, *"Questões-problema propostas pelo professor em uma situação de ensino investigativa: estímulo ao protagonismo do estudante",* de Küll e Zanon (2019), apresenta o elemento de introdução à investigação quando foi proposto a exibição de três animações: "*Rios Voadores*" e trechos específicos extraídos da animação "*Wall-e*"; solicitar aos alunos que se reúnam em grupos, discutam e elaborem respostas às questões-problema".

O T12 de Brasil e Briccia (2019), "*As contribuições de uma atividade experimental investigativa para o processo de ensino e aprendizagem sobre os fungos*", foi marcado pela presença do elemento de apoio à investigação pela proposta investigativa evidenciar o envolvimento dos estudantes na manipulação dos materiais e desenvolvimento do experimento.

No T8, "*Ensino de Biologia por investigação experimental: avaliação do entendimento da construção de conhecimento em Biologia por um grupo de alunos do ensino médio em uma sequência de atividades experimentais*", de Vieira e Almeida (2017, p. 8), é possível verificar o elemento guia análises e conclusões a partir que questionamentos, que segundo os autores, *"[...] foi um fator importante para construção do entendimento da construção do conhecimento de biologia"*.

O elemento Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo esteve presente no T4, *"Desenvolvendo o conceito de teoria a partir de uma atividade investigativa",* de Guimarães, Xavier e Falcomer (2015) sobre evolução, onde dois grupos receberam uma imagem cada um para desenvolver uma teoria e depois discutir entre eles qual era a mais aceita.

Malheiro e Teixeira (2011) apresentaram no T1, "*A resolução de problemas de Biologia com base em atividades experimentais investigativas: uma análise das habilidades cognitivas presentes em alunos do Ensino Médio durante um curso de férias*", um cenário em que o problema investigado despertou nos estudantes

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

a curiosidade para responder a outra pergunta, sendo assim, o elemento estágios futuros à investigação foi contemplado.

O primeiro elemento (E1) se refere ao "*estímulo ao interesse dos alunos acerca de um tópico de investigação*" (CARDOSO; SCARPA, 2018, p. 1035), onde foi constatada a presença em apenas 33,3% dos trabalhos.

Segundo Krasilchik (2009, p. 249), "*quando adequadamente desenvolvida, a disciplina abre novos horizontes de um estimulante conhecimento que, além de proporcionar oportunidade para compreender o processo científico, tem facetas múltiplas*". Destaca-se, também, que motivar e despertar a curiosidade dos estudantes coloca-os em um caminho de estudar e pesquisar por conta própria. Nessa perspectiva, o elemento E1, *estímulo ao interesse dos alunos acerca de um tópico de investigação,* assume particular relevância.

Dessa forma, esse elemento possui bastante relevância, já que a liberdade intelectual conferida ao estudante é imprescindível para fomentar condições para interação que resulte em construção autônoma de conhecimento em atividades baseadas no EnI (CARVALHO, 2018).

Acerca do elemento apoio às investigações dos estudantes, Cardoso e Scarpa (2018) ressaltam que a investigação é construída por etapas, onde deve-se avaliar a aparição de cada etapa e do envolvimento dos estudantes nas mesmas, desde as suas construções até serem postas em prática, inserindo-os na prática científica.

Os passos investigativos e a estimulação para o envolvimento dos estudantes se fizeram presente em 55,5% dos trabalhos, e parcialmente presente em 44,4%, onde notou-se a pouca participação dos aprendizes em algumas etapas que, por vezes, já eram estabelecidas pelo professor.

O professor no EnI figura como o gerenciador de espaço e discussões, propondo questões e caminhos que levem a solução de situações problemáticas, levando a realização daquilo que é próprio de ciências: investigar situações problemáticas (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017)

Quanto ao elemento análises e conclusões, esteve presente em mais da metade dos trabalhos. Scarpa e Silva (2013) expressam que são habilidades privilegiadas dessa abordagem as explicações baseadas em evidências, as justificativas para essas explicações, assim como práticas argumentativas. O momento de expressar como ocorreu a resolução da problemática proposta e porque deu certo é fundamental para compreender as ações manipulativas, integrando-as as ações intelectuais (CARVALHO, 2011).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Outro elemento de destaque é o incentivo às ações comunicativas e ao trabalho em grupo, este que se fez presente na maioria dos trabalhos. Para Sasseron (2018), a comunicação figura como um elemento fundamental da prática científica, sendo necessária a sua integração ao EC. Carvalho (2011) coloca que a sistematização coletiva corrobora para que a aprendizagem ocorra. O último elemento trata dos estágios futuros à investigação, foi identificado em 7,407% dos artigos, e sobre esse ponto:

> É necessário introduzir os alunos no universo das Ciências, isto é, ensinar os alunos a construir conhecimento fazendo com que eles, ao perceberem os fenômenos da natureza sejam capazes de construir suas próprias hipóteses, elaborar suas próprias ideias, organizando-as e buscando explicações para os fenômenos (CARVALHO, 2011, p. 253).

O que comumente encontra-se integrando a cultura escolar são abordagens que não dão espaço para o estudante desenvolver essa percepção científica, sendo a ciência abordada de modo muito pontual e descontextualizado com a valorização demasiada de termos e conceitos (BIZZO, 2009; POZO; CRESPO, 2009; CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011). O EnI pode tornar possível quebrar esse paradigma, envolvendo os sujeitos em um processo articulado objetivando a formação de indivíduos alfabetizados cientificamente (SCARPA; CAMPOS, 2018).

Considerações finais

Ao concluir este trabalho, foi possível obter um panorama da forma que o EnI é aplicado à Biologia, levando a constatações de que ainda há uma representatividade muito baixa dessa abordagem acerca de conteúdos biológicos, e de que se faz necessário o conhecimento da ciência Biologia e das suas características epistemológicas particulares para, então, propor uma abordagem de cunho investigativo eficaz para o entendimento da mesma, atribuindo-lhe importância para a vida em sociedade.

Assim sendo, houve o alcance do objetivo da pesquisa, uma vez que foi possível, a partir dos trabalhos selecionados e analisados, identificar características chaves das abordagens investigativas quem vem sendo desenvolvidas no Ensino de Biologia.

Ademais, a pesquisa também contribui para provocar reflexões acerca dos componentes do EnI, para que, ao se desenvolver uma atividade com essa finalidade, tenha-se sucesso e resultados fidedignos aos pressupostos teóricos que alicerçam a abordagem.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Para isso, pensar com atenção no tema que irá desenvolver a investigação, nos recursos que auxiliem, de fato, na investigação e compreensão do que está sendo investigado, nas ações e estratégias pensadas para serem executadas pelo docente para integrar as etapas investigativas, são decisivas para o bom desenvolvimento da abordagem.

Diante do exposto, são notáveis as possíveis contribuições para o âmbito acadêmico referentes ao contado com o EnI ainda na formação inicial, como também no âmbito escolar, podendo provocar nos professores atuantes a refletirem sobre a própria prática.

Nesse sentido, o estudo pode trazer contribuições para ampliar o olhar para o Ensino por Investigação no Ensino de Biologia, servindo de base para novas pesquisas que envolvam a temática e para a disseminação da implementação da abordagem no Ensino de Biologia. Dessa forma, promover a fuga das concepções de que se refere a um compilado de conhecimentos científicos a serem decorados e que não tem ligação com as questões cotidianas.

Research Teaching in Biology Teaching: A Systematic Review of the ENEBIO and ENPEC events

Abstract

This article is the product of a Systematic Literature Review (RLS) on Teaching by Investigation in Biology Teaching, whose objective is to identify the main characteristics of Teaching by Investigation in Biology Teaching in empirical works published in two national events of Science Teaching and Biology Teaching, given the contributions that investigative practices can offer, discussing the data extracted from the analyzed productions from the conceptions and assumptions of researchers who have been exploring this theme. The methodology used followed the following steps to build the RSL: problem formulation, choice of database, choice of keywords, collection and storage of works, delimitation and application of exclusion and inclusion criteria, analysis of articles and work with the data. The survey was carried out using the annals of the National Biology Teaching Meeting (ENEBIO), comprised between 2010 and 2018, and the National Meeting of Research in Science Education (ENPEC), from 2011 to 2019, as a database. 14 works by ENEBIO and 13 works by ENPEC. The main results demonstrate that the focus approach of this work is not very expressive, as well as discusses the main characteristics of the EnI presented in the analyzed works, which were: biological themes, object of study and elements of Teaching by Investigation.

Keywords: Teaching by Investigation, Teaching Biology, Features, Systematic Review.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Referências

ALMEIDA, Sandra Luiza Sousa Santos de; OLIVEIRA, Kaline Soares de; FLORÊNCIO, Magnólia Fernandes. Ensino por Investigação: uma proposta de leitura e escrita no ensino de Biologia. **Revista da SBEnBio –** Número 07, pp. 6758- 6764. Outubro de 2014.

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. (Orgs.). **Ensino de Ciências:** Unindo a Pesquisa e a Prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Edições 70,1997.

BARROS, Gabriela. Experimento-Investigativo no Ensino de Ciências: Facilitando o Aprendizado sobre os Decompositores por meio da visualização da Formação de Fungos. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências –** X ENPEC Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de Novembro de 2015.

BIZZO, Nélio Marco Vincezo. **Ciências: fácil ou difícil?**. Ática, 2009.

BRASIL, Therezinha Vasconcelos; BRICCIA, Viviane; SEDANO, Luciana. As contribuições de uma atividade experimental investigativa para o processo de ensino e aprendizagem sobre os fungos. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências –** XII ENPEC Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN – 25 a 28 de junho de 2019

CAMARGO, Gabriel Henrique de; MOTOKANE, Marcelo Tadeu; CASTRO, Rafael Gil de. A argumentação em uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade. **Revista da SBEnBio** - Número 9, pp. 1081-1089, 2016.

CAMARGO, Gabriel Henrique de; MOTOKANE, Marcelo Tadeu; CASTRO, Rafael Gil de. A relação entre os movimentos epistêmicos de professores em formação inicial e os elementos dos argumentos construídos pelos alunos em uma sequência didática investigativa sobre biodiversidade**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências –** XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

CAMPOS, Natália Ferreira; SCARPA, Daniela Lopes. Que desafios e Possibilidades Expressam os Licenciandos que Começam a Aprender sobre Ensino de Ciências por Investigação? Tensões entre Visões de Ensino Centradas no Professor e no Estudante. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 18(2), 727–759, 2018. https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018182727

CARDOSO, Milena Jansen Cutrim; SCARPA, Daniela Lopes. Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma Ferramenta de Análise De Propostas de Ensino Investigativas. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 18(3), 1025-1059, 2018. https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831025

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo (SEI). In: M. D. Longhini (org). **O uno e o diverso na educação**. Uberlândia, MG: **edufu**, 2011.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. 18(3), 765–794, 2018. https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; Gil-Pérez, Daniel. **Formação de Professores de Ciências**. 10º ed, **Cortez**, 2011.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas In A. M. P. Carvalho. **Ensino De Ciências Por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo, Brasil. SP: Cengage Do Brasil, 2013.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social*. **Revista Brasileira de Educação**, 22, 89-100, 2003.

CONTENTE, Márcia Pantoja; MACHADO, Cleide Renata da Silva; SOUZA, Elson Silva de; MACHADO, Carla Regina da Silva. O ensino de Artrópodes mediado por uma sequência de ensino investigativa. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

COSTA, Angelo Brandelli; ZOLTOWSKI, Ana Paula Couto. Como escrever um artigo de revisão sistemática. In: KOLLER, Sílvia Helena; COUTO, Maria Clara Pinheiro de Paula; HOHENDORFF, Jean Von. (Orgs.). **Manual de produção científica**. Porto Alegre: Penso, 2014. cap. 3, p.55-70.

COSTA, Samara dos Anjos da; OLIVEIRA, Luana Maria. O jardim zoológico como espaço para o ensino de mamíferos: tecendo uma estratégia investigativa. **Revista da SBEnBio** - Número 9, pp. 127-138, 2016.

DEL-CORSO, Thiago Marinho; REZENDE, Denise Ferreira Diniz; TRIVELATO, Sílvia Luzia Frateschi; SILVA, Maíra Batistoni e. Indicadores da Alfabetização Científica em uma SEI de Biologia: a proposição das inscrições literárias como um novo indicador. **Revista da SBEnBio** – Número 07, pp. 7252- 7263. Outubro de 2014.

FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. Espaço Interativo de Argumentação Colaborativa: condições criadas pelo professor para promover Argumentação em aulas Investigativas. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 19, e2658, p. 1-25, 2017.

GUIMARÃES, Eliane Mendes; XAVIER, Rodrigo Alves; FALCOMER, Viviane A. S. Desenvolvendo o conceito de teoria a partir de uma atividade investigativa. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** – X ENPEC Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de Novembro de 2015.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6º ed. Editora Atlas AS, 2008.

KRASILCHIK, Myrian. **Biologia – ensino prático**. São Paulo. SP: Escrituras, 2009.

KÜLL, Cláudia; ZANON, Dulcimeire. Questões-problema propostas pelo professor em uma situação de ensino investigativa: estímulo ao protagonismo do estudante**. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** – XII ENPEC Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN – 25 a 28 de junho de 2019.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio . Alfabetização Científica no Contexto das Séries Iniciais. Ensaio. **Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 03, n.V.3, p. 37-50, 2001.

MALHEIRO, João Manoel da Silva; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baierl. A resolução de problemas de Biologia com base em atividades experimentais investigativas: uma análise das habilidades cognitivas presentes em alunos do Ensino Médio durante um curso de férias. Artigo completo publicado no ENPEC (**Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**). UNICAMP, 2011.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

MAYR, Ernest. **Biologia, Ciência Única:** reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica. Tradução de M. Leite. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MOREIRA, Lídia Cabral; SOUZA, Girlene Santos de. As atividades investigativas e a resolução de problemas no ensino de Biologia: limites e possibilidades. **Revista da SBEnBio –** Número 07, p. 4782-4793. Outubro de 2014.

MOTA, Maria Danielle Araújo. **Laboratórios de Ciências/Biologia nas Escolas Públicas do Estado do Ceará (1997-2017):** realizações e desafios. 2019. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

NEVES, Marina Amaral; NEVES, Maria Luíza Rodrigues da Costa. A Biologia forense no jogo didático: uma ferramenta motivacional para o ensino de Genética em uma abordagem investigativa. **Revista da SBEnBio** - Número 9, p. 3704-3715, 2016.

OLIVEROS, Paula Bergantin. Atividades investigativas para ensinar as causas da má digestão**. Revista da SBEnBio –** Número 07, p. 7423-7430. Outubro de 2014.

OLIVEIRA, Sérgio Geraldo Torquato de; NEVES, Rodrigues da Costa. A motivação de estudantes do ensino fundamental para aprender ciências em aulas investigativas na perspectiva da teoria da autodeterminação. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências –** XII ENPEC Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN – 25 a 28 de junho de 2019

PERTICARRARI, André; TRIGO, Fernando Rossi; BARBIERI, Marisa Ramos. A parceria entre um centro de ciências e uma escola pública e sua implicação no processo de ensino e aprendizagem de ciências. **Revista da SBEnBio –** Número 07, p. 638-649. Outubro de 2014.

PEREIRA, Boscolli Barbosa; RODRIGUES, Fernanda Fernandes dos Santos; SANTOS, Sandro Prado. Educação Ambiental e educação para saúde relacionadas em uma atividade experimental investigativa. **Revista da SBEnBio –** Número 03, p. 3473-2480. Outubro de 2010.

PERSICH, Gracieli Dall Ostro; MARQUES, Keiciane Canabarro Drehmer; NETO, Luiz Caldeira Brant de Tolentino; SCHEID, Neusa Maria John. Ensino por Investigação e interdisciplinaridade: aproximações com as políticas curriculares para o ensino médio. **Anais do VII ENEBIO– I EREBIO NORTE**, p. 5519-5525, 2018.

PIRES, Pedro Gabriel da Silva; FERREIRA, Letícia Sousa dos Santos; BARROS, Veruska Cavalcanti. Estudos de caso no ensino de ciências: uma abordagem investigativa no estudo de parasitoses. **Anais do VII ENEBIO– I EREBIO NORTE**, pp. 1838-1847, 2018.

POZO, Juan Ignácio; CRESPO, Miguel Angel Gómez. Por que os alunos não aprendem a ciência que lhes é ensinada. **A aprendizagem e o ensino de ciências. Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico,** p. 14-28, v. 5, 2009.

RODRIGUES, Diego Adaylano Monteiro; LEITE, Raquel Crosara Maria; GALLÃO, Maria Izabel. Ensino de Biologia por Investigação: relato de uma experiência no açude Santo Anastácio, Fortaleza (CE). **Revista da SBEnBio –** Número 07, p. 1632-1640. Outubro de 2014.

SAMPAIO, Rosana Ferreira; MANCINI, Marisa Cotta. Systematic review studies: a guide for careful synthesis of the scientific evidence. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 11, p.83-89, 2007.

SANTANA, Ana Júlia Soares; MOTA, Maria Danielle Araújo. ANÁLISE DA PROPOSTA DE ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA POR INVESTIGAÇÃO NO REFERENCIAL CURRICULAR DO ENSINO FUNDAMENTAL DE ALAGOAS. In: Encontro de Ensino de Ciências por Investigação, 2020. **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**, 2020.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

SANTOS, Aline Valéria Sousa; FRANZOLIN, Fernanda; SALES, Alessandra Gomes. O uso de estratégias de aprendizagem no Ensino por Investigação. **Anais do VII ENEBIO– I EREBIO NORTE**, p. 1088-1097, 2018.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciência da Natureza e Escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17 n.especial, p. 49-67 , novembro, 2015. DOI - http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04.

SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1061–1085, 2018.

SILVA, Aline A. da et al. A utilização da metodologia investigativa na reconstrução do conceito de fluxo de energia com alunos do 9º Ano. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** – X ENPEC Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de Novembro de 2015.

SILVA, Maíra Batistoni e; GEROLIN, Eloisa Cristina; TRIVELATO, Sílvia Luzia Frateschi. Ensino de biologia por investigação: caracterização das práticas epistêmicas no contexto de uma atividade investigativa de ecologia. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

SILVA, Bianca Martins da. O ensino das interações ecológicas no cerrado e a alfabetização científica: uma proposta de sequência didática investigativa. **Revista da SBEnBio** - Número 9, p. 5845-5856, 2016.

SCARPA, Daniela Lopes. CAMPOS, Natália Ferreira. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação**. Estudos Avançados**, 32 (94), 2018.

SCARPA, Daniela Lopes; SILVA, Maíra Batistoni e. A Biologia e o Ensino por Investigação: dificuldades e possibilidades. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SCARPA, Daniela Lopes; SASSERON, Lúcia Helena; SILVA, Maíra Batistoni e. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Revista Tópicos Educacionais**, 2017.

TRAZZI, Patricia Silveira da Silva; BRASIL, Elizabeth Detone Faustini. Ensino por investigação: análise de uma atividade experimental em sala de aula de Biologia. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella.. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17 n.especial, p. 97-114, 2015.

VIEIRA, João; ALMEIDA, Daniel Manzoni de. Ensino de Biologia por investigação experimental: avaliação do entendimento da construção de conhecimento em Biologia por um grupo de alunos do ensino médio em uma sequência de atividades experimentais. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

O uso de portfólios na elaboração e apresentação de trabalhos em feiras de ciências: compreensões a partir de uma revisão de literatura

Luciana Batista de Freitas*, Pedro Fernando Teixeira Dorneles**, Lisete Funari Dias***

Resumo

Apresentamos os resultados da etapa inicial de uma dissertação de mestrado, que versa a partir de uma revisão da literatura sistemática sobre as formas de registros durante a elaboração e apresentação de trabalhos em Feiras de Ciências, no sentido de verificar o que foi publicado nos últimos 11 anos (entre os anos de 2009 e 2019) a fim de buscar compreender o uso de portfólios nas atividades desenvolvidas durante a construção de projetos para Feiras de Ciências. Durante a referida pesquisa, foram analisados 104 (cento e quatro) trabalhos dos quais, após estabelecermos os critérios de inclusão e exclusão, permanecemos com 21 (vinte e um) trabalhos que, em algum momento, mencionaram um dos descritores pesquisados (Diário de Bordo, Diário de Campo, Caderno de Campo e Portfólio). Após as leituras, tabulamos os seguintes apontamentos: a necessidade de um instrumento de registro a ser adotado para a participação em Feiras de maior projeção; o registro das atividades se constitui em um poderoso instrumento de avaliação tanto para professores quanto alunos; e os registros permitem uma análise contextualizada de cada etapa do trabalho, possibilitando um processo formativo e uma atividade reflexiva. Ao concluirmos a revisão da literatura, destacamos que não foram encontrados trabalhos que apresentem o tema registro das atividades como foco principal de pesquisa, justificando nossa perspectiva futura de fundamentar, construir e investigar o uso de um protótipo de Portfólio Reflexivo Online (PRO).

Palavras-chave: Portfólio reflexivo. Feira de Ciências. Instrumento de registro.

* Mestre em Ensino pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). E-mail: lb.freitas@hotmail.com. ORCID: https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-2166-6181

** Doutor em Ciências pela Universidade do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: pedrodorneles@unipampa.edu.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9732-1235

*** Doutora em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: lisetedias@unipampa.edu.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6975-2257

https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.12924

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0

Recebido em: 03/09/2021 – Aceite em: 03/02/2022

ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

Ao longo dos tempos, o portfólio tem sido visto como um excelente instrumento de registro, acompanhamento e avaliação em diferentes áreas. Waterman (1991), descreve o portfólio como "*uma coletânea das evidências que documentam o desenvolvimento, as competências e as habilidades do indivíduo*".

No campo da educação, Hernández (2000, p. 166) define portfólio, como:

> [...] um continente de diferentes tipos de documentos (anotações pessoais, experiências de aula, trabalhos pontuais, controles de aprendizagem, conexões com outros temas fora da escola, representações visuais etc.) que proporciona evidências do conhecimento que foi construído, das estratégias utilizadas e da disposição de quem o elabora, em continuar aprendendo.

De acordo com Villas Boas (2008), o portfólio *"é um procedimento de avaliação que permite aos alunos participar da formulação dos objetivos de uma aprendizagem e avaliar seu progresso"*.

O uso do portfólio em Feira de Ciências seria uma possibilidade viável? Kish *et al*. (1997, p. 255) destacam o portfólio *"como ferramenta de avaliação que convida o aluno a contar a história de seu trabalho e a se tornar mais reflexivo sobre suas práticas"*.

Neste contexto, como etapa inicial de uma dissertação de mestrado, realizamos uma revisão da literatura sistemática, com o objetivo de verificar o que foi publicado pela comunidade científica brasileira nos últimos 11 anos (2009 a 2019), buscando uma formulação mais clara, atual e criteriosa sobre as discussões teórico/metodológica e formas de registros durante a elaboração e apresentação de trabalhos em Feiras de Ciências e, assim, fundamentar pesquisas futuras sobre o uso de portfólios nas atividades desenvolvidas durante a construção de projetos para Feiras de Ciências.

Aspectos metodológicos da revisão de literatura sistemática

Uma revisão de literatura sistemática deve seguir oito etapas básicas: 1) possuir uma questão a ser pesquisada; 2) escolha da fonte de dados; 3) palavras-chave (descritor) para a busca; 4) busca e armazenamento de dados; 5) seleção e critérios de inclusão e exclusão das publicações; 6) extração de dados; 7) avaliação das publicações; 8) síntese e interpretação dos resultados (COSTA; ZOLTOWSKI, 2014).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Baseados, originalmente em uma discussão teórica, escolhemos as palavras-chave: diário de bordo, diário de campo, caderno de campo e portfólio, tendo em vista serem os instrumentos mais utilizados no que tange registros na área da educação.

Assim, seguindo as oito etapas de uma revisão sistemática, buscamos responder a questão norteadora desta revisão: Como as formas de registros durante a elaboração e apresentação de trabalhos em Feiras de Ciências têm sido abordadas em trabalhos da Literatura? Para isso, foram consultadas as publicações disponibilizadas no Portal brasileiro de publicações científicas em acesso aberto (oasisbr).

A escolha pelo Portal oasisbr se deu pelo fato deste reunir a produção científica nacional em acesso aberto, como fruto da cooperação das universidades e institutos de pesquisa permitindo, por meio de uma única interface, a pesquisa simultânea em repositórios digitais, teses e dissertações, bem como de periódicos científicos eletrônicos (OASISBR, 2020).

Iniciamos nossa investigação digitando no campo de busca do Portal oasisbr o descritor **Feira de Ciências**, onde foram encontrados 104 (cento e quatro) resultados, sem nenhum refinamento, relacionados com os mais variados temas, distribuídos entre artigos, dissertações, trabalhos de conclusão de curso, teses, bem como um livro, conforme apresenta Tabela 1.

Tabela 1: Total de trabalhos encontrados

Gênero	Nº de trabalhos
Artigos	39
Dissertações	43
Trabalhos de Conclusão de Curso	15
Teses	06
Livro	01
Total	104

Fonte: Autora (2019).

Na intenção de realizarmos o refinamento em nosso levantamento bibliográfico, levando em consideração que buscamos investigar o uso e/ou a avaliação de instrumentos de registros das atividades desenvolvidas durante a construção dos projetos para as Feiras de Ciências, realizamos uma nova busca, acessando individualmente cada um dos 104 (cento e quatro) trabalhos encontrados, agora acrescentando individualmente à busca descritores relacionados a instrumentos de registros, sendo

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

eles: Diário de Bordo, Diário de Campo, Caderno de Campo e Portfólio. Dessa forma, utilizamos um aplicativo de leitor de PDF (*Portable Document Format*) e no sistema de busca de palavras digitamos individualmente tais descritores.

Após finalizarmos a busca pelos descritores, dos 104 (cento e quatro) trabalhos encontrados anteriormente, estabelecendo critérios de inclusão e exclusão. Nessa etapa foram excluídos trabalhos que não abordassem instrumentos de avaliação nas Feiras de Ciências, permanecendo assim, com 21 (vinte e um) trabalhos que em algum momento mencionaram um dos descritores pesquisados, como pode ser observado na Tabela 2, que apresenta a combinação dos descritores, o número de documentos e o tipo de gênero textual acadêmico encontrado.

Tabela 2: Total de trabalhos após refinamento

Descritores	Total de trabalhos encontrados	Gênero	Quantidade
Diário de Bordo	09	Artigo de Revista Dissertações Tese	01 07 01
Diário de Campo	07	Dissertações Tese	06 01
Caderno de Campo	03	TCC Dissertação Artigo de Revista	01 01 01
Portfólio	02	TCC Dissertações	01 01

Fonte: Autora (2019).

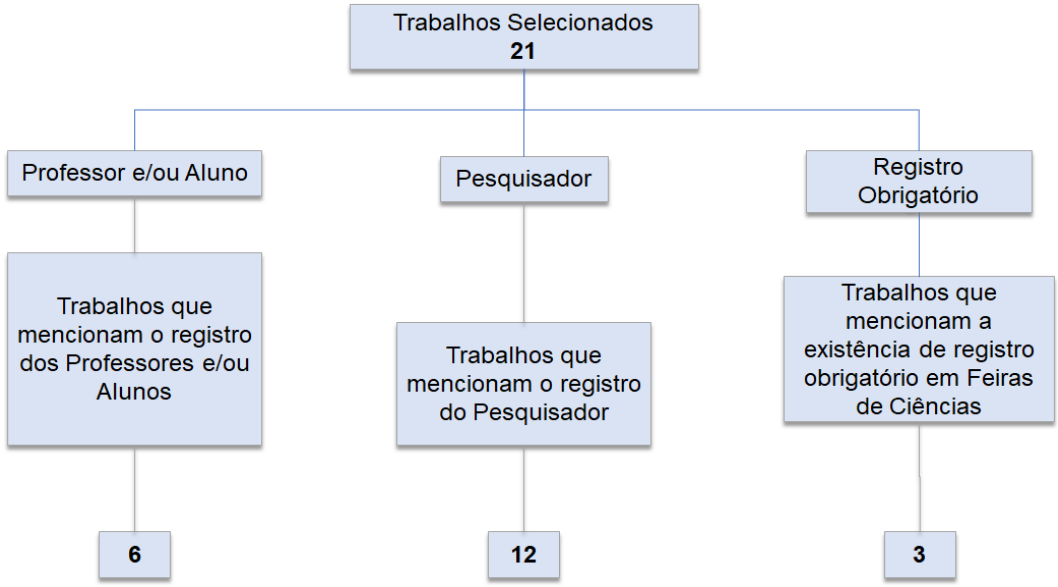
Nossa próxima etapa foi a extração dos dados em uma análise criteriosa de cada um dos 21 (vinte e um) trabalhos selecionados, que mencionam o registro das atividades. Para isso, buscamos identificar em cada um dos trabalhos o momento em que os descritores (Diário de bordo, Diário de campo, Caderno de campo e Portfólio) apareceram e de que forma estes eram contextualizados, passando então ao processo de categorização. Para Campos e Gomes (2007, p. 5) categorizar é *"analisar o domínio a partir de recortes conceituais que permitem determinar a identidade dos conceitos (categorias) que fazem parte deste domínio*".

Jacob e Shaw (1998, p.155) descrevem a categorização como "um mecanismo fundamental que simplifica a interação individual com o ambiente, não somente facilitando o armazenamento e recuperação da informação, mas também reduzindo

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

a demanda da memória humana", partindo desse pressuposto, dividimos os trabalhos selecionados em 3 (três) categorias: trabalhos que mencionam o registro pelos Professores e/ou Alunos (6 trabalhos), trabalhos que evidenciam a existência de registro obrigatório em Feiras de Ciências (3 trabalhos) e trabalhos que mencionam o registro pelo Pesquisador (12 trabalhos), conforme demonstra a Figura 1, sendo que as categorias criadas serão descritas nas seções seguintes.

Figura 1: Categorização relacionada a forma de registro das atividades



Fonte: Autora (2019).

Síntese e interpretação dos resultados: implicações para o ensino e pesquisa

Conforme mencionamos, as publicações contendo resultados de pesquisa foram categorizadas de acordo com a apresentação das formas de registros das atividades de ensino: registro pelos Professores e/ou Alunos; registro obrigatório em Feiras de Ciências e registro pelo Pesquisador. As categorias serão descritas e analisadas a luz de teorias, conforme subseções a seguir:

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Registro das atividades de ensino pelo Professor e/ou Aluno

Tendo em vista que dentre os 21 (vinte e um) autores dos trabalhos já tabulados anteriormente, 6 (seis) mencionam o registro das atividades realizadas por parte de professor, dos alunos ou de ambos, bem como possuem a presença dos descritores: diário de bordo, diário de campo e portfólio, optamos por este título. Os autores e o contexto da pesquisa desta categoria serão apresentados no Quadro 1, sobre os quais iremos fazer um breve relato de seus trabalhos.

Quadro 1: Trabalhos que mencionam o registro de atividades realizado pelo Professor e/ou Aluno

Gênero	Autor/Ano	Contexto	QR Code
Dissertação	Ricardo (2019)	ABP e Ensino de Física	
	Paoli (2017)	Feira de Ciências/Anos Iniciais	
	Barbosa (2016)	Ensino de Ciências	
	Neto (2015)	Feira de Ciências/Ensino Médio	
Artigo	Silva; Fernandes; Figueras (2018)	Iniciação científica com alunos da Educação Básica	
TCC	Mello (2016)	Instrumentos avaliativos de Ciências	

Fonte: Autora (2019).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Na pesquisa realizada em escolas públicas e particulares, com foco no papel do professor no planejamento de cada fase do processo até a Feira de Ciências, Paoli (2017) demonstra que tanto a escola da rede estadual quanto na escola da rede municipal de ensino ocorre registro no caderno do aluno, individualmente, bem como, suas descobertas e aprendizagem sobre as atividades que são realizadas para a feira. Opção que conforme a autora pode estar relacionada ao uso do diário de bordo em sala, mas esse termo não foi abordado em nenhum momento da pesquisa. A autora salienta que *"nas escolas particulares, além do processo de registro no caderno do aluno, também são realizadas atividades avaliativas somativas ao término dos trabalhos, demonstrando uma análise quantitativa sobre o processo de aprendizagem"* (PAOLI, 2017, p. 81).

Neto (2015) descreve a construção e a realização de uma Feira de Ciências de pequeno porte, com três turmas do Ensino Médio de uma escola particular de Sobradinho – DF, com o objetivo principal de contribuir para a iniciação científica dos alunos, além de enfatizar o exercício da cidadania, tendo em vista sua atuação no sentido de interagir e gerar melhorias para a comunidade onde a escola está inserida. Para o autor o registro das atividades também pode servir como um poderoso instrumento de avaliação para que o professor possa verificar se de fato, houve um desenvolvimento nas concepções dos alunos durante o decorrer do processo investigativo, possibilitando não só relacionar as etapas desenvolvidas durante o trabalho, mas também com a apresentação final, que será o momento em que o grupo deverá expor à comunidade, nas Feiras de Ciências, os resultados e conclusões alcançadas. O autor sugere como fator de extrema relevância a elaboração, por parte dos alunos, de um Diário de Bordo que permitirá que estes façam o registro de suas impressões e conclusões ao longo do processo de construção dos trabalhos a serem submetidos às Feiras de Ciências.

Já Barbosa (2016), com o objetivo de elaborar, desenvolver e analisar um curso de atualização sobre projetos de trabalhos práticos para professores que lecionam a disciplina Ciências Naturais no 3º Ciclo do Ensino Fundamental na Rede Pública Municipal de Contagem/Minas Gerais/Brasil, realizada com 21 (vinte e um) professores, relata e destaca o uso de diários como instrumento de registro das atividades realizadas pelos professores. O autor salienta que, *"diferentemente do uso do diário de bordo dos alunos, o do professor tem por objetivo compreender este no processo formativo e contribuir para a reflexão de sua prática"* (Barbosa, 2016, p. 62).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Barbosa (2016) neste contexto, está apoiado nas ideias de Zabalza (1994, p. 95), que aponta a atividade docente *como "uma atividade reflexiva; que na própria verbalização (oral e escrita) a visão que os professores têm do seu trabalho se auto esclarece; e que escrever no diário de bordo pode nos ajudar (pesquisadores) a conhecer o professor e os seus problemas"*. Considerando esse contexto, o autor cita Zabalza (1994):

> Ao narrar a sua experiência recente, o professor não só a constrói linguisticamente, como também a reconstrói ao nível do discurso prático e da atividade profissional, a descrição vê-se continuamente excedida por abordagens reflexivas sobre os porquês e as estruturas de racionalidade e justificação que fundamentam os factos narrados (ZABALZA, 1994, p. 95).

Os autores Silva, Fernandes e Figueras (2018) investigaram como os gêneros discursivos organizam as atividades de iniciação científica numa escola pública de ensino básico e contribuem para o fortalecimento do letramento científico dos alunos na instituição e apontam o diário de bordo como material de registro de experiências, feitos ou atividades diversas que o aluno julgue necessário compartilhar.

As Feiras de Ciências Escolares, possibilitam aos alunos realizarem algumas atividades de retextualização, ou seja, utilizaram-se do conteúdo de um texto por eles previamente elaborado para produzirem outro texto, configurado em outro gênero em resposta a uma demanda diferenciada de produção textual (SILVA; FERNANDES; FIGUERAS, 2018). Nesse sentido, os autores evidenciam o diário de bordo, por exemplo, como possibilidade de registro de conteúdos necessários à elaboração do projeto de pesquisa, que, por sua vez, orienta uma série de ações sintetizadas na escrita de um artigo científico. Silva, Fernandes e Figueras (2018) apontam também que, as passagens textuais transcritas para o diário, mesmo ainda não se utilizando de recursos meta-enunciativos, evidenciam a assimilação de prática do letramento científico pelos alunos, mostrando a relevância da realização das atividades de iniciação científica nas escolas, bem como seu registro.

Em sua pesquisa, Ricardo (2019) buscou conectar alguns conteúdos de Física Moderna com a realidade dos alunos baseado na aprendizagem por projetos, apenas menciona o portfólio como um produto que pode ser desenvolvido e apresentado pelo grupo de alunos em Feira de Ciências que foi utilizada como estratégia de motivação do processo.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

No mesmo contexto, Mello (2016) analisou a concepção avaliativa, os instrumentos utilizados, bem como as questões dos instrumentos de avaliação. A autora apenas menciona o uso do portfólio como um dos instrumentos favoráveis para o modelo de avaliação mediadora, que prevê uma maior atenção aos instrumentos utilizados, tirando o foco das provas.

Podemos notar nesta categoria que dentre os seis trabalhos selecionados, três autores: Neto, Ricardo e Mello somente mencionam o registro de atividades por parte do professor ou do aluno, sendo que: Neto (2015) apresenta o registro de atividades como um instrumento de avaliação que possibilita ao professor identificar o desenvolvimento da aprendizagem do aluno, sugerindo a utilização do diário de bordo como ferramenta de registro de todos das atividades desenvolvidas ao longo das Feiras de Ciências; Ricardo (2019), na busca por conectar os conteúdos de Física com a realidade dos alunos, baseando-se na aprendizagem por projetos, mencionou o portfólio como um produto que poderia ser apresentado pelos alunos em Feiras de Ciências; e Mello (2016), ao analisar as concepções avaliativas e os instrumentos de avaliação, mencionou o uso do portfólio como um dos instrumentos favoráveis ao modelo de avaliação mediadora.

Ademais, três autores: Paoli; Barbosa; Silva, Fernandes e Figueras, efetivamente apontam a utilização de uma ferramenta de registro de atividades por parte do professor ou do aluno, como demonstra **Paoli (2017)**, ao apresentar a utilização de registros das atividades realizadas nas instituições pesquisadas, em relação às Feiras de Ciências, sendo esse feito por meio do caderno individual do aluno; **Barbosa (2016)**, ao evidenciar a utilização do diário de bordo como ferramenta de registro de atividades por parte do professor, no sentido de contribuir na reflexão de sua prática, citando Zabalza (1994) como autor foco de sua pesquisa, uma vez que aponta a atividade docente como uma atividade reflexiva e que precisa ser registrada; e **Silva, Fernandes e Figueras (2018)**, quando aponta o registro de atividades, realizado pelo aluno, como uma prática necessária na assimilação do letramento científico, mostrando a relevância da realização das atividades científicas nas escolas.

A utilização de uma ferramenta de registro, possibilita ao aluno e/ou professor revisitar o processo de construção dos trabalhos e avaliar as aprendizagens, dificuldades no processo de reflexão, o que nos remete a necessidade de construção de um instrumento a ser utilizado em Feiras de Ciências, como o portfólio.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

O registro em Feiras de Ciências

Esta categoria foi denominada registro obrigatório em Feiras de Ciências, tendo em vista que dentre os 21 (vinte e um) autores dos trabalhos já tabulados anteriormente, 3 (três) evidenciam o registro de atividades em Feiras de Ciências. Os autores desta categoria constam no Quadro 2, e um breve relato de seus trabalhos é apresentado logo abaixo.

Quadro 2: Trabalhos que mencionam o registro obrigatório em Feiras de Ciências

Gênero	Autor/Ano	Contexto	QR Code
Tese	Depieri (2015)	Feira de Ciências/Ensino Médio	
Dissertação	Izackson (2016)	Feira de Ciências/Ensino Médio	
	Araújo (2015)	Ferira de Ciências/Educação Básica	

Fonte: Autora (2019).

Izackson (2016) buscou investigar a Feira de Ciências como ferramenta de abordagem metodológica em uma escola de ensino médio-técnico particular em Manaus, o autor apresenta em diversos momentos, a utilização de um modelo padrão, com requisitos mínimos, para o registro das atividades e apresentação dos trabalhos em Feira de Ciências. A metodologia utilizada para a coleta de dados foi: análise documental, entrevistas semiestruturadas com os professores orientadores e questionário para identificar as habilidades e competências na formação dos estudantes pesquisadores, onde os professores participantes relatam em suas respostas a utilização do modelo padrão nos moldes da Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (FEBRACE), no registro das observações, dados e resultados. Por fim, o autor conclui que as abordagens utilizadas pelos professores na orientação dos projetos influenciam diretamente, para aprendizagem científica dos estudantes,

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

podendo-se constatar inúmeras qualidades nos estudantes, tais como: espírito de equipe, cooperação, senso crítico e argumentação, sendo todas elas responsáveis pelo desenvolvimento das habilidades e competências, necessários para aprendizagem científica.

Já Depieri (2015), em sua tese intitulada 'A Engenharia sob a ótica dos pré-universitários e o impacto das Feiras de Ciências', cujo objetivo foi investigar como é a percepção dos alunos do Ensino Médio em relação à engenharia e aos engenheiros e ainda como os potenciais pré-engenheiros organizam e interpretam as suas impressões sensoriais sobre a engenharia para atribuir significado ao meio que convivem, nos relata que o registro das atividades, por muitas vezes aparece como um pré-requisito para a participação em feiras como é o caso da Mostra Paulista de Ciências e Engenharia (MOP). Também, cita a autora, que a avaliação é feita por meio da apreciação detalhada de todo o material produzido pelo finalista (diário de bordo, relatório, pôster, maquete ou protótipo), bem como sua apresentação oral e desenvoltura em responder questões formuladas pelos avaliadores.

Nesse contexto, Araújo (2015), em sua pesquisa que teve como objetivo estudar a relação da Feira Estadual de Ciências e Cultura do Ceará (FECC) com a Alfabetização Científica de alunos e professores de escolas da Educação Básica, relata que os alunos preparam um caderno de campo contendo as principais informações de seu trabalho de pesquisa, o detalhamento das etapas metodológicas, os resultados adquiridos, as dificuldades encontradas, bem como, podem inserir fotos, gráficos e tabelas. A autora salienta ainda que este item é considerado na avaliação, sendo obrigatório, devendo ser apresentado durante a feira.

Diante de tais trabalhos, podemos notar nesta categoria que os três trabalhos classificados cujos autores são: Izackson, Depieri e Araújo, apontam o registro de atividades em Feiras de Ciências, as quais foram citadas a MOP, a FEBRACE e a FECC, demonstrando que independente do evento, há a necessidade de registro como pré-requisito mínimo para a participação e classificação em Feiras, sendo válido salientar que **Izackson (2016)**, após realizar entrevistas semiestruturadas junto a professores orientadores de Feiras, aponta que o registro obrigatório das atividades como sendo realizado a partir de um modelo padrão, nos moldes da Feira Brasileira de Ciências e Engenharia; **Depieri (2015)**, também relata o uso de um

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

modelo padrão para o registro de atividades em Feiras de Ciências, mas neste caso faz referência ao modelo da Mostra Paulista de Ciências e Engenharia; e **Araújo (2015)**, diz que o registro das atividades ocorreu em um caderno de campo, produzido pelos alunos e destinado à apresentação na Feira Estadual de Ciências e Cultura do Ceará, sendo este considerado obrigatório e parte do processo de avaliação do participante.

Percebe-se, a partir da leitura dos trabalhos destacados, a presença de um instrumento de registro, quase que sempre obrigatório, não necessariamente relacionado às atividades desenvolvidas para as Feiras de Ciências, nos levando a crer que a construção de um instrumento que realize o registro e a avaliação destas atividades, seria de extrema importância, uma vez que possibilitará seu acompanhamento no sentido *"de não cair no terreno das impressões gerais e holísticas e na inconsistência de informações sobre a progressão da aprendizagem"*, conforme nos diz Hoffmann (2014).

O registro de atividades realizado pelo Pesquisador

Nesta categoria foram classificados 12 (doze) trabalhos que mencionam o registro de atividades realizado pelo Pesquisador, bem como possuem a presença dos descritores (diário de bordo, diário de campo e portfólio). Os autores são apresentados no Quadro 3 e segue um breve relato de seus trabalhos logo abaixo.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Quadro 3: Trabalhos que mencionam o registro de atividades realizado pelo Pesquisador

Gênero	Autor/Ano	Contexto	QR Code
Tese	Cruz(2009)	Juventudes e meio ambiente	
Dissertação	Lunardi (2019)	Feira de Ciências/aprendizagem reflexiva	
	Puhl (2017)	Intervenção pedagógica e avaliação em trabalhos com atividades investigativas	
	Rodrigues (2016)	Iniciação Científica Júnior/Alfabetização Científica	
	Matos(2014)	Formação continuada de professores/ construção de projetos científicos para Feiras de Ciências	
	Melo (2013)	Ações colaborativas entre uma professora de química e uma professora de educação especial/ deficiência visual	
	Matos(2013)	Práticas informais na escola pública	
	Gouveia (2011)	Projetos sobre meio ambiente/ ensino de física	
	Góes (2010)	Trabalho do coletivo docente/ projeto curricular de feira de ciências	
	Vasconcellos (2008)	Análise de prática pedagógica de química no ensino médio	
Artigo	Barcelos; G. Jacobucci D. Jacobucci (2010)	Feira de Ciências/ ensino por projetos	
TCC	Alberguini (2015)	Oficinas e Feira de Ciências/ Experimentação e Ensino de Física	

Fonte: Autora (2019).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Lunardi (2019) apresenta como proposta, atividades de ensino que possam favorecer uma aprendizagem reflexiva, que contribua com a base formativa discente. A metodologia utilizada pela autora permitiu acompanhar e compreender o desenvolvimento dos conhecimentos discentes desde o início das atividades até a finalização de todos os trabalhos por eles realizados, observando cada avanço ocorrido nas percepções cognitivas, uma vez que, para a coleta dos dados, a autora realizou o registro de todas as falas discentes em um Diário de Campo da professora/pesquisadora e os alunos puderam fazer o mesmo com os diálogos do grupo em um Diário de Bordo, estes documentos foram analisados qualitativamente, por meio da análise micro genética. Fica claro que todo o desenvolvimento da ação foi marcado pela escrita dos grupos e das discussões transcritas, em que foi possível observar vários indicadores de apreensão dos conhecimentos oportunizados.

Góes (2010) apresenta os resultados decorrentes da análise do processo de trabalho do coletivo docente de uma escola paulista em torno de um projeto curricular de Feira de Ciências, o qual tem sido foco de investimento do grupo de professores anualmente desde a fundação da Instituição. Para a coleta de dados, a autora criou categorias que possibilitaram a análise mais criteriosa dos dados, onde o diário de bordo, bem como todas as formas de produção discente são apresentadas na categoria Produtos. Góes (2010, p. 37) definiu o diário de bordo como sendo *"um caderno individual para o aluno registrar todo o seu processo de coleta de informações e reflexões, assim como o trabalho do grupo"*.

Já Gouveia (2010) desenvolveu uma pesquisa sobre projetos relacionados ao meio ambiente com professores do Instituto de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus Sertãozinho, das disciplinas de Física, Química, Biologia, Língua Portuguesa e Sociologia e também com estudantes das turmas de 1º e 2º anos do Ensino Médio integrado ao Ensino Técnico de Química e Automação Industrial, onde relata que o registro escrito e detalhado, no formato diário de bordo, juntamente como os registros fotográficos permitiram a reconstrução minuciosa do processo da pesquisa.

Para a autora *"os registros permitiram uma análise contextualizada de cada etapa do trabalho, bem como dos resultados, uma vez que o diário permite anotar tanto as discussões que ocorrem nas reuniões e encontros com os professores quanto às intervenções realizadas pela pesquisadora"* (GOUVEIA, 2010, p. 7).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Ao realizar um estudo de cunho qualitativo com foco na pesquisa-ação, Matos (2014) apontou o diário de campo como parte integrante de sua coleta de dados. Foi identificado o diário de campo como um instrumento fundamental para a coleta de dados do pesquisador, servindo muitas vezes como uma agenda cronológica de trabalho.

Já Rodrigues (2016), ao observar e analisar o processo de alfabetização científica dos alunos e quanto a Iniciação Científica Júnior (ICJ), relata que foi facilitadora nesse processo a utilização do diário de campo como fonte para o acompanhamento do processo formativo dos alunos, possibilitando a observação de mudanças conceituais, atitudinais e comportamentais dos alunos, no sentido de formação de cidadãos críticos, seguindo as características da alfabetização científica.

Melo (2013) buscou promover ações colaborativas entre uma professora de Química e uma professora de Educação Especial de uma escola polo em atendimento a alunos com deficiência visual do interior paulista, tendo em vista a inclusão escolar e o ensino-aprendizagem em Química. Foi relatada a observação participante como uma estratégia de investigação característica de sua pesquisa, onde o pesquisador se introduz no mundo dos sujeitos e, além de gravações, o uso do diário de campo foi mencionado como um caderno de anotações, como instrumento de registro de suas observações.

Puhl (2017), ao avaliar as possibilidades e desafios de se trabalhar com atividades investigativas no ensino de termodinâmica, em uma turma de Ensino Médio, apontou o uso do diário de campo como instrumento de coleta de dados, onde realizou anotações e registros julgados importantes no decorrer da pesquisa.

Vasconcellos (2008), com o propósito de planejar, aplicar e analisar atividades pedagógicas que incorporem questões socioambientais a partir da abordagem de um tema relacionado à Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) em aulas de Química do Ensino Médio, também aponta o uso do diário de campo como uma importante fonte de registro e coleta de dados. Ficou evidente que o registro possibilitou verificar o crescimento dos alunos, bem como avaliar seu interesse e participação das atividades.

Matos (2013), com o propósito de investigar a relação entre Educação e *práticas informais*, desenvolvida em uma instituição pública de Ensino Fundamental e Médio, localizada na periferia do município de Fortaleza, realizou uma pesquisa com inspiração etnográfica, em quatro etapas, lançando mão de vários instrumentos, sendo que, em duas etapas, o diário de campo foi mencionado como forma de coleta de dados.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Em sua tese, Cruz (2009) buscou analisar os processos educativos socioambientais de jovens, moradores do entorno da Lagoa do Opaia, Fortaleza/Ceará, cuja pesquisa a autora precisou realizar visitas aos moradores do bairro, onde utilizou o instrumento diário de campo como recurso primordial para o registro das observações durante o processo de coleta de dados.

Alberguini (2015), em seu trabalho intitulado Oficinas e Feira de Ciências: experimentação e o Ensino de Física, que foi desenvolvido sob o paradigma das pesquisas qualitativas, procurou observar características que pudessem evidenciar reações relevantes por parte dos alunos, tais como: demonstrações de interesse e indícios de aprendizagem a partir dos experimentos didáticos realizados nas Oficinas de Física e os projetos apresentados na Feira de Ciências, que vão de encontro com objetivos das atividades experimentais no ensino de Física. O autor utilizou o caderno de campo para realizar o registro dos passos e do desenvolvimento dos trabalhos, das tarefas de organização, das áreas da Física de maior interesse, bem como de todos os experimentos realizados.

Os autores Barcelos; G. Jacobucci; D. Jacobucci (2010, p. 219), em artigo intitulado Quando o cotidiano pede espaço na escola, o projeto da Feira de Ciências - Vida em Sociedade, descrevem suas experiências de pesquisa realizadas junto a Universidade Federal de Uberlândia e relatam a utilização do caderno de campo como forma de registrar suas memórias durante o processo de construção coletiva de um projeto de Feira de Ciências, permitindo assim apresentar uma descrição de todas as etapas envolvidas no planejamento e elaboração.

Em todos os trabalhos selecionados nesta categoria, os autores apresentam como característica principal o registro das atividades através do diário de bordo, do diário de campo ou do caderno de campo, como fonte para a coleta de dados em suas pesquisas, diferenciando apenas a forma que esta é realizada, uma vez que em relação ao diário de bordo: **Lunardi (2019)** deixa claro que sua pesquisa foi marcada pela escrita e discussões dos grupos participantes (discentes), para isso utilizou o diário de bordo com instrumento para a coleta de dados, os quais foram analisados qualitativamente a partir da metodologia de análise micro genética; Já **Góes (2010**) relata que o registro no diário para a coleta dos dados possibilitou realizar uma análise criteriosa das produções discente.

Em relação ao diário de campo, **Melo (2013)**, **Puhl (2017)**, **Cruz (2009)** e **Matos (2013)** citam este como um importante instrumento utilizado na coleta de dados de

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

suas pesquisas, onde são realizados os registros das observações percebidas ao longo do processo. Já **Matos (2014)** aponta ainda que este instrumento serve como uma agenda cronológica de trabalhos do pesquisador; **Rodrigues (2016)** salienta que o registro do acompanhamento do processo formativo dos alunos, possibilita observar suas mudanças conceituais, atitudinais e comportamentais; e **Vasconcellos (2008)** relata que este instrumento possibilita a verificação do crescimento dos alunos ao longo do processo, bem como, seu interesse e participação nas atividades.

Já em relação ao caderno de campo, foram apontados por **Barcelos**, **G. Jacobucci** e **D. Jacobucci (2010)**, como forma de registro de suas memórias durante o processo de construção coletiva de um projeto de Feira de Ciências e para **Alberguini (2015)** como fonte do registro dos passos desenvolvimentos durante sua pesquisa.

A utilização de instrumentos de registro, avaliação e autoavaliação proporciona ao professor a revisão e reflexão constante do trabalho, servindo de auxílio para uma avaliação contínua e consciente, que organiza o percurso da aprendizagem e o desenvolvimento de novas ideias.

A título de síntese da pesquisa realizada, destacamos, no Quadro 4, os principais fatores relevantes identificados nas publicações analisadas.

Quadro 4: Síntese dos fatores relevantes para o uso de portfólio em Feiras de Ciências

	Categoria	Autores	Fator relevante
Registro de Atividades	Professor/ Aluno	Barbosa (2016)	Importante atividade reflexiva sobre sua prática
	Feira de Ciências	Izackson (2016)	Uso de um modelo padrão nas Feiras de Ciências
		Dipieri (2015)	
		Araújo (2015)	
		Paoli (2017)	Registro pelo aluno em caderno individual
		Neto (2015)	Instrumento de avaliação para professor e aluno
	Pesquisador	Lunardi (2019)	Realizar análise contextualizada das etapas da pesquisa
		Rodrigues (2016)	
		Gouvea (2010)	
		Vasconcelos (2008)	Observação da apreensão do conhecimento Acompanhamento dos alunos quanto ao crescimento e participação Acompanhamento processo formativo dos alunos Mudanças comportamentais, atitudinais e conceituais

Fonte: Autora (2019).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Considerações Finais

A partir das leituras realizadas nos 21 (vinte e um) trabalhos selecionados, dentre eles dois artigos, dois trabalhos de conclusão de curso, quinze dissertações e duas teses, utilizados na análise e construção desta revisão da literatura, os quais apresentavam os descritores Diário de bordo, Diário de campo, Caderno de campo ou Portfólio, a título de síntese da pesquisa realizada, destacamos, no Quadro 4, os principais fatores relevantes identificados para fundamentarem pesquisas futuras sobre o uso de portfólios em Feiras de Ciências**.**

Destacamos que, apesar de termos encontrado 21 produções, nenhuma teve como foco principal de pesquisa o registro das atividades de um trabalho para Feiras de Ciências, pois após uma avaliação preliminar, nas 21 produções selecionadas, retomamos a leitura nos textos completos para identificar nos objetivos (geral e específicos) a presença de descritores relacionados com instrumentos de registro e não encontramos em nenhum trabalho tal abordagem.

Ao analisar os trabalhos categorizados que apresentam formas de registro de atividades em Feiras de Ciências, compreendemos que, os instrumentos utilizados podem ter caráter avaliativo no processo de ensino e aprendizagem, assim como se constituem em instrumentos de reflexão sobre sua prática, por parte do professor.

Em relação aos dados que se referem ao registro das atividades de ensino pelo professor e/ou aluno, compreendemos que, os instrumentos utilizados como registro obrigatório das atividades desenvolvidas durante o desenvolvimento dos trabalhos das Feiras de Ciências são requisitos para a avaliação.

Também encontramos diversos trabalhos que permitiram criar a categoria registro de atividades realizado pelo pesquisador, por meio de diário de bordo, diário de campo ou caderno de campo.

Assim, a presente revisão da literatura realizada identificou que a forma de realização de registro das atividades em Feiras de Ciências, tanto por parte dos alunos quanto pelos professores, não tem sido objeto específico de pesquisa. Apesar do tema estar surgindo em vários trabalhos, evidenciando o potencial de maior aprofundamento e justificando a pertinência da presente revisão.

Com base em todos os trabalhos analisados, tendo em vista que não encontramos pesquisas sobre instrumentos para registro das atividades desenvolvidas durante a elaboração e construção dos projetos para Feiras de Ciências, apontamos como

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

perspectiva futura de pesquisa a discussão teórica/metodológica sobre formas de registros durante a elaboração e apresentação de trabalhos em Feiras de Ciências, mais especificamente destacamos o propósito de fundamentar, construir e investigar o uso de um protótipo de Portfólio Reflexivo Online (PRO).

The use of portfolios in the elaboration and presentation of works in Science Fairs: understandings from a literature review

Abstract

We present the results of the initial stage of a master's thesis, which is based on a systematic literature review on the forms of registration during the preparation and presentation of works in Science Fairs, in order to verify what has been published in the last 10 years (between 2009 and 2019) in order to understand the use of portfolios in the activities developed during the construction of projects for Science Fairs. During that research, 104 (one hundred and four) works were analyzed, of which, after establishing the inclusion and exclusion criteria, we remained with 21 (twenty-one) works that, at some point, mentioned one of the searched descriptors (Logbook, Field Diary, Field Notebook and Portfolio). After the readings, we tabulated the following notes: the need for a recording instrument to be adopted for participation in more prominent Fairs; the registration of activities constitutes a powerful assessment tool for both teachers and students; and the records allow for a contextualized analysis of each stage of the work, enabling a training process and a reflective activity. At the end of the literature review, we highlight that no works were found that present the theme of activity registration as the main research focus, highlighting our purpose to support, build and investigate the use of an Online Reflective Portfolio (PRO) prototype.

Keywords: Reflective portfolio. Science fair. Recording instrument

Referências

CAMPOS, Maria Luiza de Almeida; GOMES, Hagar Espanha. Taxonomia e classificação: o princípio de categorização. **Revista de Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 1-13, ago. 2008.

COSTA, Angelo Brandelli; ZOLTOWSKI, Ana Paula Couto. Como escrever um artigo de revisão sistemática**.** In: KOLLER, S. H.; COUTO, M.C.P. de P.; HOHENDORFF, J.V. (Org.). **Manual de Produção Científica**. Porto Alegre: Penso, p. 39-54, 2014.

HERNÁNDEZ, Fernando. **Cultura visual, mudança educativa e projeto de trabalho**. Tradução Jussara H. Rodrigues. Porto Alegre: Artmed, 2000.

JACOB, Elin; SHAW, Debora. Sociocognitive perspectives on representation. **Annual Review of Information Science and technology**, v. 33, 131-185, 1998.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

OASISBR. **Portal brasileiro de publicações científicas em acesso aberto**. Disponível em: https://oasisbr.ibict.br/vufind/. Acesso em: 03 set 2020.

SÁ-CHAVES, Idália. **Os "Portfólios" Reflexivos (Também) Trazem Gente Dentro:** reflexões em torno do seu uso na humanização dos processos educativos. Portugal: Porto Editora, 2005. 191p.

SOUZA, Kátia Aparecida Júlio de; PAIVA, Wagner José Martins. **Portfólio Como Instrumento de Avaliação**. Governo do Estado do Paraná, Secretaria de Educação, Paraná, 2012. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2010/2010_uel_cien_artigo_katia_aparecida_julio_de_souza.pdf. Acesso em: 18 set. 2020.

ZABALZA, Miguel Angel. **Diários de aula:** contributo para o estudo dos dilemas práticos dos professores. Porto: Porto Editora, 1994.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Educação científica na era da pós-verdade: a fragilização dos conhecimentos biológicos

Antonio Augusto Morais Feitosa*, Francisca Valkiria Gomes de Medeiros**,
Cícero Antonio Maia Cavalcante***

Resumo

O fenômeno da pós-verdade intensificou a tentativa de desqualificação da Ciência como produtora de conhecimento. Apoiados na superficialidade dos argumentos e divulgação de notícias falsas, grupos negacionistas têm disseminado seus conteúdos e colocado em risco a vida das pessoas. Diante disso, este artigo que se caracteriza como uma revisão de literatura do tipo narrativa, tem como objetivo discutir a fragilização dos conhecimentos biológicos no atual contexto de pós-verdade, e como o Letramento Biológico pode colaborar para a superação desses tempos. O trabalho está dividido em duas seções: a primeira analisa o fenômeno da pós-verdade e sua relação com os grupos anticiência, enquanto a segunda discute o conhecimento biológico e o Letramento Científico na era da pós-verdade. Com base nessas reflexões, entendemos que a popularização dos conhecimentos produzidos pela Ciência, bem como a compreensão de sua natureza e métodos, são fundamentais para ajudar a conter o avanço desses movimentos negacionistas.

Palavras-chave: Pós-verdade; Anticiência; Letramento Biológico; Educação Científica.

* Licenciado em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), campus Jaguaribe. Professor efetivo de Biologia vinculado à Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC-CE). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9471-9221. E-mail: augustomorais87@gmail.com

** Mestre em Educação e Ensino pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Professora efetiva de Biologia vinculada à Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC-CE). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0530-2748. E-mail: valkiriagomes15@gmail.com

*** Doutor em Biotecnologia pela Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), campus Caucaia. ORCID: http://orcid.org/0000-0003-4621-9094. E-mail: cicero.carla@uol.com.br

https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.11733
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
Recebido em: 11/10/2020 – Aceito em: 26/11/2021
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

O Homem ao começar a fazer Ciência certamente realizou uma das maiores revoluções sociais que já existiu ou existirá na história da humanidade. Desde então, nenhum outro aspecto na contemporaneidade tem marcado de maneira tão intensa a sociedade, de forma que a qualidade de vida das pessoas tem aumentado proporcionalmente ao avanço da Ciência e da Tecnologia.

Nossos alimentos passaram a ser produzidos, estocados e distribuídos em maior escala, com grande praticidade para os consumidores. O avanço da medicina permitiu o desenvolvimento de tratamentos que possibilitaram a cura e a prevenção de enfermidades que antes eram fatais (SAGAN, 2006), sendo as vacinas um grande exemplo de tamanha conquista.

A utilização e a expansão da internet modificaram o modo como produzimos e divulgamos o conhecimento, o qual passou a estar a um clique de qualquer pessoa. Essa revolução se disseminou por todos os campos sociais, atingindo, em graus diferentes, todas as pessoas, em todos os lugares habitáveis do mundo. Desafios que outrora pareciam enormes, agora são insignificantes à luz da Ciência moderna.

No entanto, mesmo diante de tantos avanços científicos e da melhoria significativa da qualidade de vida de uma grande parcela da população humana, alguns grupos reacionários consideram que o mundo seria melhor sem a Ciência. Essas vertentes têm encontrado seguidores em diversos matizes ao redor do mundo, endossando e fortalecendo os movimentos negacionistas, tentando descredibilizar instituições de pesquisas e o próprio método científico.

Um mundo sem Ciência está, de toda sorte, provavelmente condenado a voltar para as sombras (SAGAN, 2006). Porém, existem frutos amargos, uma vez que ela é centro de disputas de poder, interesses políticos e econômicos. Poluição, energia nuclear, bomba atômica, desigualdades entre o mundo desenvolvido e semidesenvolvido, a destruição da natureza, e com ela, a destruição da própria humanidade. Segundo Fochesatto (2016), tudo isso são sim subprodutos da atividade científica, mas são sobretudo, subprodutos dos interesses de grupos humanos, que detêm o poder e escolhem o que fazer com ele, determinando assim, não só seu futuro, mas o da humanidade.

O criador da Ciência é a humanidade. Logo, a melhor solução para lidar com os logros e subprodutos dela, é, sem dúvidas, a sua popularização com uma par-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

ticipação mais ativa de diversos setores da sociedade civil. Precisamos aprender mais Ciência e debatermos a seu respeito, para que assim, tenhamos condições de participar das escolhas que são feitas para ela. A esse respeito, Mayr (2008) destaca que uma sociedade sem o conhecimento científico, se torna desprovida de saberes e tecnologias que nos possibilitam salvar vidas e prolongarmos nossos dias como nunca fomos capazes antes na história.

Além disso, conhecer a Ciência e compreender como ela funciona é necessário, pois *"[...] quase todas as principais ideologias políticas e religiosas trazem consigo valores que elas alegam derivar da Ciência, e quase todas as ideologias trazem consigo outros valores que são incompatíveis com certas descobertas da Ciência"* (MAYR, 2008, p. 68).

Sendo assim, a garantia de Educação Científica universal e de qualidade pautada na reflexão e na análise crítica é um caminho fundamental para que as pessoas compreendam a intrínseca relação da humanidade e de suas questões sociais, políticas e econômicas com o equilíbrio da natureza, uma vez que somos parte de uma enorme teia ecológica. É neste ponto que as Ciências Biológicas ganham centralidade nessa discussão.

Nesse sentido, a Educação Científica que almejamos não pode ter como método o ensino-aprendizado meramente decorativo. Para que seja significante na vida dos alunos, precisa estar voltado para o exercício da cidadania. Os conhecimentos construídos em sala de aula devem servir também para que os alunos reflitam sobre os aspectos individuais e coletivos da vida real, sejam eles de natureza social, política, econômica ou cultural.

A popularização da Educação Científica talvez seja um caminho para que a sociedade minimize os problemas oriundos do obscurantismo causado pela negação da Ciência, propagação de *fake news* e outros fenômenos sociais característicos do atual contexto histórico. Diante disso, foi proposto como o objetivo central desta pesquisa discutir a fragilização dos conhecimentos biológicos no contexto de pós-verdade e como a Educação Científica pode colaborar para superação desses tempos.

Metodologia

A abordagem metodológica adotada neste estudo foi a de uma revisão de literatura do tipo narrativa, que se caracteriza por ser apropriada

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

> [...] *para descrever e discutir o desenvolvimento ou o "estado da arte" de um determinado assunto. [...] Constitui-se, basicamente, de análise da literatura publicada em livros, artigos de revista impressas e/ou eletrônicas na interpretação e análise crítica pessoal do autor* (ROTHER, 2007, p. 05).

As reflexões sobre a importância da Ciência para a sociedade foram fundamentadas a partir da visão de Carl Sagan (2006), e dos biólogos Ernest Mayr (2005; 2008), Richard Dawkins (2001), Edward Wilson (2015) e Mirian Krasilchik (2008). Como maneira de ilustrar as discussões estabelecidas neste trabalho, foram utilizadas notícias que exemplificam alguns fenômenos causados a partir do conhecimento incipiente ou distorcido acerca de como se faz Ciência.

Com base nesse referencial, este trabalho se ramifica em duas seções. A primeira se debruça sobre o fenômeno da pós-verdade. Busca compreender como esse fenômeno atrelado a outros fatores podem influenciar o atual contexto de crescente negação e distorção da Ciência, além de realizar uma análise acerca das implicações destes movimentos anticientíficos em nossa sociedade.

Já a segunda seção procura expor as consequências negativas que ocorrem quando a ignorância científica, em particular a falta de conhecimentos biológicos, se difunde em uma população. Também, discute como o Letramento Científico pode contribuir para o bem-estar social da humanidade através da superação dos problemas oriundos da massificação do negacionismo da Ciência.

Usamos como marco teórico para tal o estudo de Santos (2007), que por sua vez, se dedica a discutir os diferentes significados e funções que se têm atribuído aos termos Alfabetização Científica e Letramento Científico ao longo da história. Há também importantes contribuições sobre o assunto de pesquisadores como Nelson Bejarano e colaboradores (2019), Paula Cristina Mendonça (2020), Myriam Krasilchik e Martha Marandino (2004).

o fenômeno da pós-verdade e A anticiência

O vocábulo "pós verdade" é definido pelo *Oxford Dictionary* (2020) como "a circunstância em que as pessoas respondem mais a sentimentos e crenças do que a fatos". Em outras palavras, esse fenômeno pode ser entendido como um processo no qual as pessoas formam suas opiniões "[...] muito mais baseadas em razões sensíveis e na emoção do que em raciocínios lógicos e informações exatas" (GENESINI, 2018,

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

p. 48). Logo, a pós-verdade se caracteriza pela existência de diversos grupos sociais que rejeitam ideias baseadas na Ciência, abraçando o obscurantismo, muitas vezes à revelia da realidade que lhe cerca.

Nesse contexto, Bichara e Kohler (2019, p. 03) acreditam que a pós-verdade surgiu

> [...] como uma consequência histórica direta, uma resposta natural do inconsciente coletivo – que opera por enantiodromia (inversão à polaridade oposta), da violência epistêmica com a qual a modernidade investiu contra todos os seus concorrentes.

O que os autores supracitados buscam dizer, é que antes do advento da Ciência, a compreensão do mundo e dos fenômenos naturais estavam fortemente alicerçados no conhecimento empírico, em argumentos superficiais que não eram necessariamente baseados em evidencias testáveis. E por muito tempo na história da humanidade isso foi o suficiente. No entanto, chegou um momento em que essas explicações não respondiam mais às demandas. Esse processo foi natural para muitos de nós, contudo, uma parcela da população se sentindo coagida a aceitar novas explicações que contrariavam sua forma convencional de pensar, decidiu se insurgir contra a Ciência, rejeitando-a e hostilizando-a. *Essas pessoas acabam por perder "[...] o interesse no mundo objetivo que compartilham com o próximo, passando a se contentarem somente com a satisfação narcísica de suas próprias fantasias egocêntricas"* (BICHARA; KOHLER, 2019, p. 03).

Em consequência, as instituições responsáveis por produzir o conhecimento científico passam a ser alvos de ataques. Dentro deste contexto, se observa que por conta do movimento da pós-verdade

> *[...] as escolas e as universidades se convertem em alvos de um crescente descrédito popular que, por sua vez, está implicado na ascensão e popularidade de problemáticas como fake news, negacionismo científico, revisionismo histórico [...]* (CRUZ JÚNIOR, 2019, p. 284).

Nesse sentido, o objetivo aqui não é afirmar que as "verdades alternativas" estão equivocadas simplesmente por se contraporem a Ciência. Elas são propostas que buscam concorrer com uma outra proposta, o que mesmo no âmbito científico é normal e faz parte da construção do conhecimento. Porém, precisamos aqui ressaltar um detalhe fundamental, visto que *"O que podemos chamar de pós-verdade, entretanto, são as proposições que, apesar de muito menos articuladas que as pro-*

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

posições científicas, são divulgadas como equipolentes ou superioras a elas" (LIMA et al., 2019, p. 173).

Houve uma época, não muito distante, em que pensadores imaginavam que a Ciência se tornaria o novo "senso comum", e com a facilitação do acesso aos conhecimentos proporcionados pelo advento da internet, esta previsão pareceu extremamente factível. No entanto, ao observamos que estamos em um tempo dominado pelas "pós-verdades" e pelas "bolhas sociais", concluímos que as possibilidades deste futuro se concretizar, agora, residi em um horizonte cada vez mais distante (CAMARGO, 2018).

Face a isto, o que constatamos atualmente é que a Ciência vem sendo sistematicamente desqualificada através de métodos variados, dentre eles, a realização de pesquisas com abordagens metodológicas intencionalmente falhas para corroborar determinados resultados, bem como a produção deliberada de controvérsias sobre temas científicos os quais já são estabelecidos consensos, somente com a finalidade de manter ao máximo a ideia de divergência, colaborando no avanço de determinadas agendas (CAMARGO, 2018).

Acrescente-se aos fatores elencados aqui, o uso extensivo das *fake news*, que por sua vez são compreendidas

> *[...] como um elemento de instrumentalização e organização da mentira por uma produção que afeta o espaço público. A disseminação de informações e notícias fraudulentas não se restringe a política, incidindo também sobre o conhecimento e a produção científica* (NASCIMENTO, 2020, p. 245).

Essas notícias falsas distorcem propostas científicas ou simplesmente geram factoides buscando negá-las.

Considerando esse contexto de *fake news* e o mundo virtual, Bucci (2018, p. 28) explica que *"[...] nas redes sociais, diferentemente do que acontecia na televisão ou no cinema, a propagação das mensagens depende diretamente da ação das audiências, nas quais o desejo leva vantagem sobre o pensamento"*.

Indo mais além em sua análise sobre a propagação de notícias falsas dentro das "bolhas", Bucci (2018, p. 28) esclarece que *"Uma notícia (falsificada, fraudulenta ou mesmo verdadeira, pouco importa) só se difunde à medida que corresponda a emoções, quaisquer emoções, 'positivas' ou 'negativas'"*, o que torna o ambiente das bolhas sociais um local perfeito para a criação e a proliferação de notícias falsas, com a intenção ou não, de comprometer o meio científico.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Desse modo, nesta era de pós-verdades, quando é comum vermos as concepções alternativas acerca dos fatos ganharem destaque, é importante lembrarmos que *"Quando somos indulgentes conosco mesmos e pouco críticos, quando confundimos esperanças e fatos, escorregamos para a pseudociência e a superstição"* (SAGAN, 2006, p. 33). Saber diferenciar um fato objetivo de uma opinião é crucial para tomar decisões acertadas.

O surgimento e a expansão dos movimentos anticiência ancorados na pós-verdade e *fake news* aparentemente encontram guarida na sociedade em virtude de determinadas razões. Dentre elas, podemos citar a deficiência na formação de diversos professores de Ciências e demais campos do saber, que muitas vezes não compreendem bem o próprio objeto de estudo, e que chegam a confundir o que é Ciência e o que é pseudociência (SAGAN, 2006), dessa forma, observamos que aqueles que deveriam esclarecer, muitas vezes acabam acentuando mais o problema.

Outro aspecto que provoca a deturpação dos valores reais da Ciência é a mistura de crenças pessoais dos cientistas, sejam elas religiosas ou filosóficas, com os fatos objetivos. Por exemplo, um pesquisador com inclinações a posturas que apelam ao sobrenatural *"[...] será forçado a dividir sua visão do mundo em dois domínios, um secular e outro sobrenatural, e obrigado a permanecer no domínio secular enquanto trabalha"* (WILSON, 2015, p. 39). Do contrário sua análise poderá estar contaminada por ingredientes que comprometerão seus resultados e conclusões.

Além disso, por diversas vezes a pressa em se obter uma resposta rápida e fácil para alguns problemas do nosso cotidiano nos leva a considerar um dado preliminar como algo conclusivo. Entretanto, o método científico exige que os pesquisadores *"[...] persistam até que se possa reunir explicações coerentes e que surja um consenso, algumas vezes rápido, mas em outras apenas depois de um longo período"* (WILSON, 2015, p. 36).

Outro fator que podemos considerar nesta análise é a resistência que as vezes até mesmo alguns membros da comunidade científica impõem para aceitar novos conceitos que por ventura vão de encontro às concepções mais antigas e com as quais estamos acostumados. Exemplificamos isto com a fala de Mayr (2005, p. 62), acerca do tempo que biólogos evolucionistas levaram para assimilar as ideias de Darwin, no qual o autor afirma que o pensamento tipológico

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

> *[...] estava tão firmemente enraizado no modo de pensar do período que não surpreende que tenham se passado oitenta anos até que, nos anos 1930, o conceito de seleção natural fosse por fim adotado de maneira universal por evolucionistas*.

Ainda considerando os problemas em se admitir as teorias evolutivas, porém focando nas pessoas que não pertencem necessariamente à academia científica, Sagan (2006, p. 276) explica que elas *"[...] também tendem a evitar o contato com a evidência. Esta pouco tem a ver com a questão: o que elas querem que seja verdade, elas acreditam que é verdade"*. Essa fala ilustra bem o que é o conceito de viés de confirmação, assunto que iremos discutir mais à frente nessa seção.

Observamos que tais dificuldades em acolher novas proposições comumente estão relacionadas com algumas pessoas que *"[...]consideram a Ciência arrogante, especialmente quando pretende rebater opiniões arraigadas ou introduz conceitos bizarros que parecem contraditórios ao senso comum"* (SAGAN, 2006, p. 37). Esses novos conceitos podem ser profundamente perturbadores ao desafiarem *"as nossas crenças habituais, fazer estremecer as doutrinas em que aprendemos a confiar"* (SAGAN, 2006, p. 37).

Naturalmente compreendemos que as razões elencadas nos parágrafos anteriores explicam motivos substanciais que aguçam os integrantes dos movimentos anticiência. Todavia, como também já foi colocado neste trabalho, existem pessoas ou entidades que deliberadamente lançam mão de factoides criando notícias fraudulentas com o intuito de promover desinformação sobre determinados temas. Para essa finalidade, são disseminadas meias-verdades travestidas de notícias sérias divulgadas em ampla escala principalmente através das redes sociais, e por vezes, através da, assim chamada, mídia alternativa.

Essas pessoas se apoiam na falta de conhecimento dos outros, para então por meio dessas notícias distorcidas, promoverem suas ideias, seus produtos e, desse modo satisfazerem seus interesses, sejam estes ideológicos, filosóficos, econômicos ou políticos. Esses setores da sociedade utilizam de forma extensa a pós-verdade, que ganha enorme propulsão nas bolhas sociais através dos algoritmos capazes de induzir os usuários a conviver em um eterno confinamento de ideias e opiniões, uma vez que esses algoritmos traçam o perfil de acesso de cada usuário e o induz a permanecer muito tempo nas plataformas online através do método de direcionamento de conteúdos por afinidade (PELLIZZARI; JUNIOR, 2019).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Dessa maneira, ao navegar nessas plataformas, os indivíduos com pouca criticidade e baixa capacidade de filtrar informações, são ludibriados por terceiros com as mais variadas pretensões. Assim, os internautas e suas redes de contato social e familiar, aos poucos vão sendo convencidos a acreditar e a defender certas narrativas e discursos. Essas redes, enfim, conseguem cooptar essas pessoas como seguidoras leais e difusoras de desinformações propositalmente planejadas; muitas vezes baseadas em falácias lógicas, uma das principais fontes de matéria prima da pós-verdade (QUADROS, 2018).

Uma vez que discutimos alguns dos argumentos que são corriqueiramente utilizados pelos movimentos que rejeitam a Ciência, consideremos por um instante os vieses cognitivos, que de acordo com Machado (2018, p. 03) *"[...] são erros de raciocínio causados por estratégias mentais de simplificação geradas no esforço de processamento de informações"*. Dito isso, podemos fazer uma citação particular sobre o viés de confirmação, que é um erro de raciocínio indutivo, que *"[...] estimula ou induz o analista a levar fortemente em consideração as informações que são consistentes às suas expectativas e hipóteses iniciais, e ignore ou subestime evidências que as contradizem"* (AMBROS; LODETTI, 2019, p. 13).

Sendo assim, acreditamos que seja importante ressaltar que a busca de determinados indivíduos por um viés de confirmação é um recurso natural no funcionamento do nosso cérebro, portanto, é uma característica inerente a todos nós seres humanos. Nesse sentido, acreditamos que há uma forte presença do viés de confirmação nas observações e interpretações equivocadas da realidade por parte de uma enorme maioria dos membros de movimentos anticiência, mas não só deles.

Ao inserirmos o viés de confirmação em nossas análises, temos como objetivo relacioná-lo com os demais fatores que discutimos anteriormente, e a partir deste conjunto de evidências, tentarmos compreender a estrutura sobre a qual se erguem os movimentos anticiência.

Desse modo, ao reunirmos as falhas na educação científica, as notícias falsas, as bolhas em redes sociais, o viés de confirmação, todos imersos ao contexto da pós-verdade, temos a receita perfeita para os mais diversos tipos de negacionistas de tudo que não os convier, seja no âmbito político, seja no científico. Este ambiente fornece um conjunto de aspectos ideais para o estabelecimento de uma conjuntura altamente confusa.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Para ilustrarmos os malefícios dos movimentos anticiência, trazemos a fala de Jacob (1983, p. 08), que oportunamente nos lembra que *"[...] não é somente o lucro que faz com que as pessoas se matem. É também o dogmatismo. Nada é mais perigoso do que a certeza de ter razão"*. Essa ideia aponta a importância do ceticismo, embora, *"[...] ninguém pode ser inteiramente aberto a novas ideais ou completamente cético. Todos temos de traçar o limite em algum lugar"* (SAGAN, 2006, p. 262).

Portanto, é inegável que esses movimentos de pós verdade e anticiência têm impactado negativamente na forma como as pessoas reagem ao conhecimento científico. As Ciências Biológicas não estão imunes a esse processo negacionista, tendo sido atacadas em diversos países com base em crenças e senso comum. Ressaltamos ainda que negar os conhecimentos biológicos tem colocado em risco a sobrevivência da própria espécie humana, e é sobre esses problemas oriundos do analfabetismo científico relacionado a Biologia que a seção a seguir irá tratar.

A importância do letramento biológico na era da pós verdade

Geralmente o termo Alfabetização Científica se refere ao conhecimento e ao desenvolvimento de competências e habilidades em relação à atividade científica, ou seja, compreender o seu conteúdo, enquanto o termo Letramento Científico refere-se aos conhecimentos, habilidades e valores da Ciência que estão relacionados à função social da atividade científica, incluindo categorias de natureza cultural, prática e democrática (SANTOS, 2007). Ambos os termos são comumente usados nos trabalhos acadêmicos sobre Ciências e ensino de Ciências, mas significam coisas distintas, ainda que seus significados estejam imbricados um no outro dentro do âmbito da Educação Científica.

Uma pessoa pode ter tido Alfabetização Científica e, portanto, saber o que é um átomo, uma célula, uma cadeia alimentar, mas não ser letrada e por isso ter dificuldade para enxergar como a radioatividade emitida por um átomo pode causar um câncer, ou que a destruição ambiental interfere nas teias alimentares, podendo impactar diretamente no surgimento de uma pandemia mundial, por exemplo. Nesse contexto, é importante destacar que Krasilchik e Marandino (2004) consideram que há uma diferença entre os conceitos de Alfabetização Científica e Letramento

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Científico, mas que o primeiro já está notabilizado na literatura como englobando os significados de ambos.

Diante disso, destacamos as palavras de Mayr (2008, p. 17), quando afirma que *"toda pessoa instruída deveria ter uma compreensão de conceitos biológicos básicos"*, pois através desses, temos a oportunidade de compreender como a vida funciona, desde os aspectos de cunho mais individual, como a nutrição, o sexo, as doenças, até questões de interesse coletivo, como os malefícios do fumo, das bebidas alcoólicas, das drogas ilícitas, a poluição do meio ambiente, mudanças climáticas, desmatamento, superpopulação e planejamento familiar (LOPES; ROSSO, 2016).

É dentro deste cenário que a Biologia se destaca enquanto Ciência, uma vez que se debruça sobre diversos tópicos pertinentes à vida, desde assuntos basilares como a questão da origem e evolução das espécies, as relações ecológicas existentes na natureza, até os aspectos mais práticos do nosso cotidiano como a higiene, a saúde pública e o planejamento familiar.

Cada vez mais os conhecimentos biológicos têm ganhado destaque de forma a se tornarem assuntos recorrentes em todas as camadas sociais. Tópicos antes considerados exclusivamente acadêmicos vão aos poucos, e por pura necessidade, se tornando temas de domínio público como por exemplo, os problemas ambientais, a transgenia, o uso dos agrotóxicos, a criação dos grandes rebanhos e a relação dos microrganismos com epidemias e pandemias.

Por outro lado, embora estejamos rodeados de informação a todo momento, ainda hoje persiste um nível de desconhecimento expressivo sobre o funcionamento da Ciência que impacta diretamente o presente e o futuro de milhões de pessoas ao redor do mundo, realidade que se agrava ainda mais nos países cujo sistemas de ensino são deficitários no âmbito da educação científica (SILVA; TRIVELATO, 2017).

Podemos citar como exemplos da gravidade dessa realidade, os jovens que não sabem como prevenir uma gravidez indesejada ou uma Infecção Sexualmente Transmissível (IST) (ALMEIDA et al., 2017), e os crescentes movimentos antivacinas em diversos setores da sociedade, incluindo aqueles com faixas de renda acima da média (SILVA; CASTIEL; GRIEP, 2015).

Com o intuito de demonstrarmos a atualidade dessa problemática, citamos algumas notícias recentes cujas quais indicam como a fragilização do conhecimento tem impactado a vida dos brasileiros. Certas "teorias" divulgadas em redes sociais envolvem hipóteses como: as vacinas são produzidas a partir de células de embriões

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

abortados; as vacinas possuem alta taxa de letalidade; o dono da Microsoft seria um financiador de vacinas com o objetivo de matar pessoas e assim diminuir a população mundial (CHAPOLA, 2019).

Permanecendo no contexto das vacinas, existem casos os quais pais alegam que *"vacinas têm efeitos colaterais e enfraquecem o sistema imunológico"*, por isso seriam contra a vacinação de seus filhos (RUIZ, 2019). O Ministério da Saúde já observa um crescimento preocupante desses movimentos antivacinas, fato o qual pode estar relacionado com o retorno de casos de sarampo no Brasil (CAMBRICOLI; PALHARES, 2017).

Por fim, observamos que mesmo em um momento tenso como a pandemia de Covid-19 pela qual passa o mundo nos dias em que este trabalho está sendo escrito, ainda há vários defensores dos movimentos antivacinas afirmando que não permitirão serem imunizados contra o SARS COV-2 (GAMMON, 2020).

Outra consequência da deficiência nos conhecimentos biológicos é a má utilização de remédios. Os problemas vão desde a automedicação gerando um uso indiscriminado de várias substâncias potencialmente prejudiciais à saúde, até a utilização totalmente errada dos medicamentos prescritos pelos médicos, com alterações nas doses e/ou no tempo de duração do tratamento por conta própria (DOS SANTOS et al. 2020).

Nesse contexto, uma pesquisa feita pelo Conselho Federal de Farmácia (2019) apurou que esse é um hábito comum em cerca de 77% da população brasileira. Dados estimados pelo documento "*Uso de medicamentos e medicalização da vida", elaborado por entidades internacionais em conjunto com o Ministério da Saúde (MS) apontam que a resistência a antimicrobianos causada por, dentre outros fatores, uso indiscriminado de medicamentos pode levar a até 10 milhões de mortes por ano em 2050* (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

Nesse sentido, um levantamento feito pelo Centro de Informação e Assistência Toxicológica da UNICAMP revelou que dos 5.420 casos clínicos atendidos pela instituição durante o ano de 2017, aproximadamente 34% correspondem a intoxicação gerada por uma utilização inadequada de medicamentos, o que indica um impacto considerável na saúde da população (ALBUQUERQUE, 2018).

Além disso, a manipulação feita de maneira equivocada dos medicamentos conhecidos como fitoterápicos, que muitas vezes por serem produzidos a partir de

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

plantas e por terem o *status* de produto natural, passam a impressão equivocada de não oferecer riscos ou contraindicações (MOURA et al., 2020).

Diante desses episódios, observamos que o desconhecimento sobre como a Ciência funciona pode levar as pessoas a tentar negar fatos científicos bem estabelecidos, apoiados em argumentos falaciosos perante as evidências. Nesse sentido, iremos aqui destacar um exemplo de argumento utilizado e propagado no âmbito da Biologia, para que ilustremos como funciona essa articulação.

A complexidade irredutível, conceito bastante aceito por defensores da teoria do Design Inteligente, busca contrapor a Evolução argumentando que organismos vivos são complexos de mais para que tenham sido obra puramente do acaso ou da seleção natural (SILVA, 2020). Eles usam diversos argumentos, como por exemplo, que estruturas como nossos olhos possuem uma conformação tão sincronicamente ajustada que a única explicação para seu surgimento é que alguém dotado de inteligência os tenha projetado, um designer. Alegam que seria impossível uma estrutura intermediária existir de forma funcional (DAWKINS, 2001).

Sobre o apelo à complexidade irredutível como argumento contra evolução, o biólogo Richard Dawkins dedicou seu livro intitulado "O relojoeiro cego" para refutar essas e outras ideias criacionistas de forma elegante e apoiado em robustas evidências. Nele o pesquisador conclui que o supracitado exemplo do olho não se sustenta, pois *"A afirmação de que ou o olho funciona como um todo, ou não funciona absolutamente revela-se não meramente falsa, mas obviamente falsa para qualquer um que reflita durante dois segundos sobre sua própria experiência"* (DAWKINS, 2001, p. 321).

No entanto, a falta de conhecimentos acerca tanto dos métodos quanto dos dados que a Ciência gera, nos leva não somente a cometer erros que comprometem nossa vida particular ou do nosso em torno mais imediato. Essa condição pode também dar origem a problemas ou aprofundar consequências da atividade humana a níveis globais. Por exemplo, o impacto das ações adotadas por um país em relação ao gerenciamento dos seus recursos naturais, podem afetar também regiões do planeta bastante distantes da sua localização geográfica (DALLARI, 2019).

A respeito disso, conforme mostra o Relatório Especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, o aquecimento global

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

> *[...] causado por emissões antrópicas desde o período pré-industrial até o presente persistirá por séculos e milênios, e continuará causando mudanças a longo prazo no sistema climático, como aumento dos níveis dos oceanos, com impactos associados* (PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2019, p. 09).

O aumento do acúmulo de dióxido de carbono e outros gases do efeito estufa eleva a temperatura média do planeta (ou no mínimo aceleram esse processo), ocasionando o derretimento acentuado de geleiras e outras consequências, como o aumento do nível do mar. Esses fenômenos em conjunto com outras alterações nas condições climáticas podem tornar o nosso planeta mais hostil à vida como conhecemos (TONETTO, 2019).

Tendo em vista todo esse contexto, acreditamos que seja prioritariamente através da Letramento Científico, com especial foco nas Ciências Biológicas, que os seres humanos alcançarão o estágio cujo qual conseguirão visualizar de forma mais honesta o seu lugar na natureza, isto é, como parte de um todo. Por conseguinte, o maior número de pessoas poderá ter condições de analisar conscientemente os impactos, riscos e benefícios envolvidos nas atividades antrópicas (LOPES; ROSSO, 2016).

Consideramos que o Letramento Científico universal e de qualidade, ofertado principalmente na escola básica, com corresponsabilização de toda a sociedade civil é a maneira mais eficaz para que os cidadãos sejam capazes de tomar decisões conscientes e responsáveis em relação às suas próprias vidas, à humanidade e todas as outras formas de vida existentes.

Nesse sentido, a importância, em particular dos conhecimentos biológicos, é que eles nos permitem ter mais clareza sobre como analisar, agir e refletir perante muitas questões relacionadas à ética e à cidadania os quais se entrelaçam com temas cruciais para todos os homens, como, por exemplo, a luta pelo desenvolvimento econômico sustentável, o desenvolvimento de fármacos, o avanço da medicina, da genética e da agroindústria (KRASILCHIK, 2008).

Lamentavelmente, a Educação Científica na área das Ciências Biológicas ainda hoje consiste majoritariamente no *"[...] domínio da escrita, da leitura e do entendimento da nomenclatura científica [...]"* (SANTOS; LANDIM, 2020, p. 32). No entanto, para que de fato o Letramento Científico seja efetivo é necessário uma *"[...] ampliação dessa consciência para as questões relacionadas à natureza da Ciência e suas relações com a tecnologia, sociedade e ambiente"* (SANTOS; LANDIM, 2020, p. 32).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Naturalmente todos compreendemos que conhecer os assuntos da Ciência não é o mesmo que saber Ciência. Desse modo, *"[...] um indivíduo cientificamente alfabetizado não é somente alguém que sabe conteúdos da ciência, mas também e, sobretudo, que conhece a natureza da ciência"* (BEJARANO et al., 2019, p. 979).

Nesse sentido, é importante ressaltar que o Letramento requer mais do que uma simples inserção das práticas científicas. É necessário *"[...]um ensino explícito sobre as práticas, isto é, de envolver os alunos na reflexão sobre as práticas, o que estaria relacionado ao como sabemos o que sabemos e o por que acreditamos no que sabemos"* (MENDONÇA, 2020, p. 12).

A Alfabetização Biológica de um indivíduo, segundo Krasilchik (2008), não pode, portanto, ficar restrita ao mero conhecimento de descobertas científicas. Ela deve ir além do nível estrutural, em que a pessoa é capaz de compreender e explicar os conceitos biológicos, e alcançar o nível multidimensional, no qual ela consegue aplicar seus conhecimentos e habilidades na resolução de problemas reais de sua vida.

Para que o aluno compreenda a natureza da Ciência é fundamental que o ensino vise *"[...] entender porque uma explicação científica é eleita frente a outras alternativas; quais dados se transformam em evidência para respaldar uma afirmativa; como cientistas entram em determinado consenso sobre certos conhecimentos [...]"* (MENDONÇA, 2020, p. 14), entre outros aspectos que cercam os ambientes de produção e divulgação de conhecimento científico.

A consolidação em estágios avançados do conhecimento biológico nos possibilita desenvolver uma consciência democrática edificada sobre dimensões fundamentais na formação humana, como a ambiental, a qual se dedica a compreender o impacto da ação humana sobre a natureza e com isso, busca formas de minimizá-lo; a dimensão filosófica, cultural e histórica, que leva os homens a entenderem a relação da Ciência com a evolução da sociedade; a dimensão médica, que usa os conceitos biológicos para atuar na prevenção e no tratamento de doenças; e, por fim, a dimensão ética, que são os conhecimentos teóricos, os quais nos permitem defender posições sobre assuntos importantes relacionados ao conhecimento científico (KRASILCHIK, 2008).

De acordo com Mayr (2008, p. 66-67), nossa maneira de lidar com assuntos extremamente importantes e delicados, como por exemplo, *"[...] a discriminação racial, o crime, a dependência de drogas, a mendicância e problemas semelhantes, e o sucesso que teremos em eliminá-los, dependerá consideravelmente da nossa compreensão das raízes biológicas dessas questões"*.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Assim, na sociedade moderna onde a Ciência passou a ser definitivamente o principal alicerce da revolução tecnológica e econômica, há o aumento da necessidade do Letramento Científico, sobretudo na área Biológica, de uma maneira mais ampla e cada vez mais eficiente. Os códigos devem se tornar acessíveis às novas gerações

> *[...] para que não se constituam consumidores cegos dos bens tecnológicos produzidos pela Ciência, mas que compreendam seus mecanismos de dominação e persuasão e possam rejeitá-los, quando em contradição com seus valores éticos, estéticos, políticos* (CHAVES, 2013, p. 50).

Nessa perspectiva, propomos aqui a fusão dos conceitos de Alfabetização Biológica e Letramento Científico, cunhando assim o termo Letramento Biológico. Este, tem o objetivo de reunir as ideias representadas por seus conceitos originadores. Ou seja, Letramento Biológico, no campo do ensino de ciências, seria o desenvolvimento da capacidade de compreender os métodos e os produtos da Ciência de forma contextualizada à função política, prática e democrática dos conhecimentos biológicos.

Diante disso, entendemos que dentro da Educação Científica, o Letramento Biológico seria um nível de compreensão que instrumentalize as pessoas a identificar no mundo real os fenômenos biológicos, suas implicações em nossa vida cotidiana e como gerir de maneira equilibrada tais fenômenos, minimizando eventuais prejuízos para nós e os outros seres vivos.

Se os conhecimentos biológicos são uma construção humana, e como tudo que é feito pelos homens, eles tem objetivos, finalidades, que devem ser discutidos, analisados e ponderados por toda a sociedade, e não somente no âmbito acadêmico. Mas como discutir sobre algo que não compreendemos, que não nos foi permitido a apropriação? Então, o Letramento Biológico deve ser uma ferramenta educacional que possibilite às pessoas compreender o impactos das ações antrópicas no equilíbrio ecológico. Nós não estamos dissociados das outras formas de vidas. Todos estamos interconectados e o que afeta as outras espécies uma hora ou outra também nos afetará.

Isto posto, destacamos que a intenção deste trabalho não é fazer algum tipo de pregação sobre o pensamento científico ser o único vigente. Até porque não é. Existem outras formas de saberes na sociedade que devem ser respeitados, especialmente no âmbito dos valores culturais e de crenças. No entanto, fundamentados em Saviani (2013), defendemos que a educação formal tenha como base o rigor dos saberes científicos, visto que *"no coração da Ciência existe um equilíbrio essencial*

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

entre duas atitudes aparentemente contraditórias; uma abertura para novas ideias, por mais bizarras ou contrárias à intuição, e o exame cético mais implacável de todas as ideias, antigas e novas" (SAGAN, 2006, p. 280).

Dessa forma, tem se tornado imperativo a superação do atual estágio do obscurantismo no seio de nossa sociedade por meio do Letramento Biológico. Portanto, a Ciência precisa extrapolar as universidades, as instituições de pesquisa e ocupar um espaço diário na vida de todas as comunidades. A divulgação científica deve ganhar as escolas, a televisão, o rádio e sobretudo, a internet.

A sociedade deve conceber uma forma de ensinar Biologia que contemple sobretudo a *"[...] capacidade de compreender ideias, conceitos e opiniões para o exercício da cidadania, possibilitando ao estudante, bases críticas para criar e recriar respostas às demandas sociais, políticas, econômicas e culturais que envolvam as Ciências Biológicas"* (SANTOS; ANGELO; SILVA, 2020, p.492).

A compreensão da Ciência e de seus métodos permitirá que a espécie humana consiga ponderar de forma mais equilibrada sobre os impactos éticos, econômicos e sociais que têm acompanhado a utilização das tecnologias, auxiliando na tomada de decisões sobre os limites do que o *Homo sapiens* pode ou não fazer com o conhecimento acumulado.

Considerações finais

As ciências e seus métodos têm permitido à humanidade a compreensão de diversos fenômenos e fatos naturais, o que tem possibilitado a elaboração de estratégias essenciais para a sobrevivência humana no nosso planeta. Contudo, problemas na sua popularização têm favorecido diversos movimentos negacionistas, fortalecendo grupos anticiências e o fenômeno da pós-verdade.

Ressaltamos que ainda há insipiência de conhecimentos biológicos na formação de muitas pessoas; conhecimentos esses que possuem grande impacto no nosso cotidiano, e que podem nos proporcionar compreensão a respeito da nossa relação com o mundo enquanto espécie e as consequências de nossas ações que interferem na existência e no equilíbrio das outras formas de vida.

Essa situação tem fortalecido os ataques realizados por movimentos negacionistas às Ciências, especialmente às Ciências Biológicas. Esses ataques têm contribuído para enfraquecer a aceitação do conhecimento científico pela sociedade, o que pode

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

colocar em risco a própria sobrevivência do *Homo sapiens* e das outras milhões de formas de vida.

Sabemos que a Ciência ao longo da história sempre contestou "verdades". Sempre criticou saberes "inconsistentes", mas hoje saberes inconsistentes têm sido utilizados para questionar a Ciência, o que tem colocado em risco a forma imparcial de fazer Ciência.

Nessa época de pós-verdades, não podemos permitir que interesses econômicos, políticos, crenças pessoais e emoções sejam utilizados como apelo para desqualificar as Ciências e seus métodos, sendo urgente a elaboração de estratégias como o Letramento Biológico que possibilitem a popularização da Educação Científica na nossa sociedade.

Scientific education in the post-truth: the fragilization of biological knowledge

Abstract

The post-truth phenomenon intensified the attempt to disqualify science as a producer of knowledge. Supported by superficiality of arguments and dissemination of fake news, denial groups have spread their contents and put people's lives at risk. Therefore, this article, which is characterized as a narrative literature review, aims to discuss the weakening of biological knowledge in the current context of post-truth, and how biological literacy can collaborate to overcome these times. The work is divided into two sections: first, an analysis of the phenomenon of post-truth and its relationship with anti-science groups, and then, a discussion on biological knowledge and scientific literacy in the post-truth era. Based on these reflections, it is concluded that the popularization of knowledge produced by science, as well as the understanding of its nature and methods, are fundamental to help contain the advance of these negationism movements.

Keyword: Post-truth; Anti-science; Biological Literacy; Scientific Education.

Referências

ALBUQUERQUE, Flávia. **Uso indevido de medicamento foi responsável por 33,62% dos casos de intoxicação.** Agência Brasil, 2018. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-01/uso-indevido-de-medicamento-foi-responsavel-por-3362-dos-casos-de-intoxicacao. Acesso em 10 de maio, 2020.

ALMEIDA, Rebeca Aranha Arrais Santos; CORRÊA, Rita da Graça Carvalhal Frazão; ROLIM, Isaura Letícia Tavares Palmeira. et al. Conhecimento de adolescentes relacionados às doenças sexualmente transmissíveis e gravidez. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v. 70,

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

n. 5, P. 1033-1039, 2017. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0531. Acesso em 12 de maio, 2020.

AMBROS, Christiano; LODETTI, Daniel. Vieses cognitivos na atividade de inteligência: conceitos, categorias e métodos de mitigação. **Revista Brasileira de Inteligência**, Brasília, v. 9, n. 9, p. 09-34, 2019. Disponível em: https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/4763/1/RBI%2014%20-%20ELETR%C3%94NICA.pdf#page=11. Acesso em 12 de maio, 2020.

BEJARANO, Nelson Rui Ribas; ADURIZ-BRAVO, Agustín; BONFIM, Carolina Santos. Natureza da ciência (NOS): para além do consenso. **Ciência & Educação**, Baurú, v. 25, n. 4, p. 967-982, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1516-731320190040008. Acesso em 16 de maio, 2020.

BICHARA, Marcelo Raphael Rocha; KOEHLER, Carlos. Inquisição, imperialismo e xenofobia: repensando a postura científica na Era da Pós-verdade. **Revista Scientiarum Historia XII**, [s.l.], v. 2, n. 9, P. 01-09, 2019. Disponível em: http://revistas.hcte.ufrj.br/index.php/RevistaSH/article/view/114 Acesso em 13 de maio, 2020.

BUCCI, Eugênio. Pós política e corrosão da verdade. **Revista USP**, São Paulo, n. 116, [s.n.], P. 19-30, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i116p19-30. Acesso em 28 de abri, 2020.

CAMARGO JR, Kenneth Rochel de. Para defender a ciência, é necessário torná-la acessível, inteligível e significativa. **Physis**, Rio de Janeiro, n. 28, n. 2, P. 280202, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s0103-73312018280202. Acesso em 10 de maio, 2020.

CAMBRICOLI, Fabiana; PALHARES, Isabela. **Grupos contrários à vacinação avançam no país e preocupam o Ministério da Saúde.** Jornal Estadão, 2017. Disponível em: https://saude.estadao.com.br/noticias/geral,grupos-contrarios-a-vacinacao-avancam-no-pais-e-preocupam-ministerio-da-saude,70001800099. Acesso em 9 de maio, 2020.

CHAPOLA, Ricardo. **Em meio a surto de sarampo, perfis antivacina espalham absurdos nas redes.** Revista Veja, 2019. Disponível em: https://vejasp.abril.com.br/cidades/em-meio-a-surto-de-sarampo-facebook-e-youtube-combatem-perfis-antivacinas/. Acesso em 9 de maio, 2020.

CHAVES, Silvia Nogueira. **Reencantar a ciência, reinventar docência –** (Coleções contextos da ciência). São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013.

CONSELHO FEDERAL DE FARMÁCIA. **Uso de medicamentos/relatório final.** Conselho Federal de Farmácia –CFF, 2019. Disponível em: http://www.cff.org.br/userfiles/file/Uso%20de%20Medicamentos%20-%20Relat%C3%B3rio%20_final.pdf. Acesso em 10 de maio, 2020.

CRUZ JUNIOR, Gilson. Pós-verdade: A nova guerra contra os fatos em tempos de fake news. **ETD- Educação Temática Digital,** Campinas, v. 21, n. 1, P. 278-284, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.20396/etd.v21i1.8652833. Acesso em 10 de maio, 2020.

DALLARI, Pedro Bohomoletz de Abreu. **Aquecimento global põe em risco a espécie humana.** Repositório USP, 2019. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/002959891. Acesso em 11 de maio, 2020.

DAWKINS, Richard. **O relojoeiro cego: a teoria da evolução contra o desígnio divino.** São Paulo: Editora Companhia das Letras, 2001.

DOS SANTOS, *Marília Clementino;* ANDRADE, *Meiryanne Lima de*; LIMA, *Viviane da Silva*. et al. Perfil da automedicação por clientes de uma farmácia privada em cidade do Agreste de

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Pernambuco. **Revista Brasileira de Educação e Saúde**, Pombal, v. 10, n. 2, P. 50-56, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.18378/rebes.v10i1.7576. Acesso em 11 de maio, 2020.

FOCHESATTO, Elias. O conhecimento científico na modernidade: configuração, perigos e indicativos de um conhecimento que precisa se conhecer. **Filosofazer** (impressa), Passo Fundo, v. 41, n. 2, P. 163-176, 2016. Disponível em: http://filosofazer.ifibe.edu.br/index.php/filosofazerimpressa/article/download/67/64

GAMMON, Katharine. **Como os antivaxxers reagem à pandemia de COVID-19.** Revista Questão de Ciência, 2020. Disponível em: https://www.revistaquestaodeciencia.com.br/artigo/2020/04/29/como-os-anti-vaxx-reagem-pandemia-de-covid-19. Acesso em 11 de maio, 2020.

GENESINI, Silvio. A pós-verdade é uma notícia falsa. **Revista Usp São Paulo**, n. 116, P. 45-58, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i116p45-58. Acesso em 11 de maio, 2020.

PAINEL INTERGOVENAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Relatório especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas sobre os impactos do aquecimento global de 1,5□C acima dos níveis pré-industriais** [Versão em português publicada pelo MCTIC, Brasil], 2019. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM--Portuguese-version.pdf. Acesso em 11 de maio, 2020.

JACOB, Francois. **A lógica da vida:** uma história da hereditariedade. Rio de Janeiro: Graal, 1983.

KRASILCHIK, Miriam. **Práticas do ensino de biologia.** 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2008.

KRASILCHIK, Myriam; MARANDINO, Martha. **Ensino de ciências e cidadania.** São Paulo: Moderna, 2004.

LIMA, Nathan Willig; VAZATA, Pedro Antônio Viana; OSTERMANN, Fernanda. et al. Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s.l.], v. 19, [s.n.], P. 155-189, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u155189. Acesso em 10 de maio, 2020.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. **BIO.** 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

MACHADO, André Mendonça. O impacto de vieses cognitivos sobre a imparcialidade do conteúdo de inteligência. **Revista Brasileira de Inteligência**, Brasília, v.1, [s.n.], P. 01-16, 2018.

MAYR, Ernst. **Biologia, a ciência única:** reflexões sobre uma disciplina científica. São Paulo; Rio de Janeira: Companhia das Letras, 2005.

MAYR, Ernst. **Isto é biologia:** a ciência do mundo vivo / Ernst Mayr; tradução Claudio Angelo. São Paulo; Rio de Janeira: Companhia das Letras, 2008.

MENDONÇA, Paula Cristina Cardoso. De que Conhecimento sobre Natureza da Ciência Estamos Falando?. **Ciência & Educação**, v. 26, S. N., p. e20003, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1516-731320200003

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Uso de medicamentos e medicalização da vida/relatório técnico do Comitê Nacional para Promoção do Uso Racional de Medicamentos.** Ministério da Saúde, 2019. Disponível em: https://www.saude.gov.br/images/pdf/2019/fevereiro/15/Livro-USO--DE-MEDICAMENTOS-E-MEDICALIZACAO-DA-VIDA--1-.pdf. Acesso em 10 de maio, 2020.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

MOURA, Danielle Feijó de; MELO, Marcela de Albuquerque; BARROS, Dayane de Melo. et al. A Importância da Biossegurança na Produção e Utilização de Produtos Naturais e Fitoterápicos. **Brazilian Journal of Development**, Brasília, v. 6, n. 2, P. 7054-7062, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.34117/bjdv6n2-125. Acesso em 12 de maio, 2020.

NASCIMENTO, *Carlos Eduardo Gomes*. Fake news, mentira organizada e educação: uma reflexão a partir do pensamento de Hannah Arendt. **Revista Docência e Cibercultura**, [s. l.], v. 4, n. 1, P. 243-263, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.12957/redoc.2020.47553

OXFORD DICTIONARY. **Post-truth definition**. Oxford Dictionary, 2020. Disponível em: https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/us/definition/english/post-truth?q=post-truth. 28 de abri, 2020.

PELLIZZARI, Bruno Henrique Miniuchi; JUNIOR, Irineu Francisco Barreto. Bolhas sociais e seus efeitos na sociedade da informação: ditadura do algoritmo e entropia na internet. **Revista de Direito, Governança e Novas Tecnologias**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, P. 57-73, 2019 Disponível em:. http://dx.doi.org/10.26668/IndexLawJournals/2526-0049/2019.v5i2.5856. Acesso em 5 de maio, 2020.

QUADROS, Paulo. Dissimulacro-Ressimulação: ensejos da cultura do ódio na era do Brasil pós-verdade. **Media & Jornalismo**, [s. l.], v. 18, n. 32, p. 201-218, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.14195/2183-5462_32_14. Acesso em 13 de maio, 2020.

ROTHER, Edna Terezinha. Revisão sistemática X revisão narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem [online].** V. 20, n. 2, pp. 5-6, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>. Acesso em 28 novembro, 2021

RUIZ, Lucas Lacaz. **Justiça obriga pais a vacinarem filho de três anos em Paulínia.** Revista Veja, 2019. Disponível em: https://vejasp.abril.com.br/cidades/justica-obriga-pais-vacinarem-filho-paulinia/. Acesso em 13 de maio, 2020.

SAGAN, Carl. **O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro.** São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

SANTOS, Leidiany Dias dos; ANGELO, José Adriano Cavalcante; SILVA, Jemima Queiroz da. Letramento científico na perspectiva biológica: Um estudo sobre práticas docentes e educação cidadã. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 2, p. 474-496, 2020. Disponível em: http://revistas.educacioneditora.net/index.php/REEC/article/download/341/71/. Acesso em 02 de junho, 2020.

SANTOS, Tatiane da Silva; LANDIM, Myrna Friederichs. Alfabetização científica, enfoque CTSA e questões sociocientíficas no ensino de ecologia: saberes e práticas de docentes da rede municipal de Lagarto–SE. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 3, p. 16-36, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.26843/rencima.v11i3.1750. Acesso em 02 de junho, 2020.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação Científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação** [online]. 20. v. 12, n. 36, pp. 474-492, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782007000300007>. Acesso em 29 de novembro, 2021.

SAVIANI, Dermeval. Pedagogia histórico-crítico: primeiras aproximações. – 11. ed. rev – Campinas, SP: Autores Associados, 2013.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

SILVA, Hugo Rodrigues da. Apontamentos sobre a organização do criacionismo e do inteligent design nos EUA e no Brasil. **Revista HISTEDBR On-line**, [s. l.], v. 20, [s. n.], P. e020013, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.20396/rho.v20i0.8655095. Acesso em 14 de maio, 2020.

SILVA, Maíra Batistoni; TRIVELATO, Silvia Luzia Frateschi. A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentos numa atividade investigativa de Biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, 2 [s. l.], v.2, n. 2, p. 139-153, 2017. Disponível em: http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n2p139. Acesso em 15 de maio, 2020.

SILVA, Paulo Roberto Vasconcelos; CASTIEL, Luís David; GRIEP, Rosane Harter. A sociedade de risco midiatizada, o movimento antivacinação e o risco do autismo. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 2, P. 607-616, 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232015202.10172014. Acesso em 16 de maio, 2020.

TONETTO, Milene. Geoengenharia, crise climática e ética ambiental. **Guairacá Revista de Filosofia**, [s. l.] v. 35, n. 2, P. 71-85, 2019. Disponível em: DOI 10.5935/2179-9180.20190015. Acesso em 19 de maio, 2020.

WILSON, Edward. **Cartas a um jovem cientista.** São Paulo; Rio de Janeiro: Editora Companhia das Letras, 2015.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCS): uma revisão

Vera Lucia Pereira dos Santos*, Izabelle Cristina Garcia Rodrigues**, Rita De Cássia Alberini***, Ivana de França Garcia****, Rodrigo Berté*****

Resumo

As Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) são importantes fontes nutritivas e de fácil cultivo, encontradas com facilidade em diversos lugares. Muitas dessas plantas são utilizadas na culinária em diferentes receitas e na fabricação de farinhas e biscoitos. O objetivo do presente artigo foi a realização de uma revisão bibliográfica, com a realização de um estudo detalhado de análise e interpretação acerca das PANCs. Como resultado foram encontradas e descritas quinze espécies, sendo que 60% delas são originarias da América do Sul. Dentre as partes das plantas avaliadas a mais utilizada para produção de pratos é a folha. Através deste estudo foi possível constatar que as PANCs podem contribuir para minimizar os casos de anemias e outras doenças, devido seu fácil acesso junto à população e por apresentar altos índices de vitaminas e sais minerais. A divulgação dos benefícios da utilização destas plantas é imprescindível para que seu consumo se torne um hábito no cotidiano das comunidades.

Palavras-chave: plantas alimentícias, nutrientes, consumo.

* Mestre em Morfologia e Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Coordenadora de Ensino Superior na Escola Superior de Saúde, Biociência, Meio Ambiente e Humanidades no Centro Universitário Internacional Uninter. E-mail: VERA.S@uninter.com

** MBA em Gestão de Pessoas pelo Instituto Brasileiro de Pós-Graduação e Extensão (IBPEX), MBA em Gestão Hospitalar, Especialização em Formação Docente em EAD e graduada em Secretariado Executivo pelo Centro Universitário Internacional Uninter. Professora de Ensino Superior na Escola Superior de Saúde, Biociência, Meio Ambiente e Humanidades do Centro Universitário Internacional Uninter. E-mail: izabelle.r@uninter.com

*** Especialista em Saúde da Família pelo Instituto Brasileiro de Pós-Graduação e Extensão (IBPEX) e graduada em Desenho e Plástica pelas Faculdades Integradas de Ourinhos. Professora de Ensino Superior na Escola Superior de Saúde, Biociência, Meio Ambiente e Humanidades do Centro Universitário Internacional Uninter. E-mail: rita.a@uninter.com

**** MBA em Administração e Finanças, MBA em Gestão Hospitalar pelo Instituto Brasileiro de Pós-Graduação e Extensão (IBPEX) e graduada em Processos Gerenciais pelo Centro Universitário Internacional Uninter. Professora de Ensino Superior na Escola Superior de Saúde, Biociência, Meio Ambiente e Humanidades do Centro Universitário Internacional Uninter. E-mail: ivana.g@uninter.com

***** Doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Diretor da Escola Superior de Saúde, Biociência, Meio Ambiente e Humanidades do Centro Universitário Internacional Uninter. E-mail: rodrigo.b@uninter.com

https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.11341
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
Recebido em: 17/07/2020 – Aceito em: 15/07/2021
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

As Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) são plantas que possuem uma parte ou mais partes ou porções que podem ser consumidas pelo ser humano, porém não são ou são pouco usadas para essa finalidade (KINNUP; LORENZI, 2015; LEAL, 2015).

De acordo com Ranieri (2017), a sigla PANC em outras palavras, quer dizer "todas as plantas que poderíamos consumir, mas não consumimos". Em algumas cidades ou regiões essas plantas são consumidas como plantas convencionais, porém em outros locais seu consumo não ocorre por serem consideradas não convencionais (RANIERI, 2017).

Pode ser uma verdura, hortaliça ou fruta que não temos o costume de consumir e que surgem de forma espontânea (PASCHOAL, 2018).

As PANC são encontradas com facilidade em diversos lugares como quintais, hortas, jardins e até em calçadas de rua. Podem ser nativas, silvestres, exóticas, cultivadas e ainda, colonizar áreas degradadas (KINNUP; LORENZI, 2015; CARVALHO, 2017).

Também são consideradas PANCs as partes, as porções e os produtos alimentícios não convencionais de algumas espécies alimentícias consideradas convencionais. Como exemplo podem ser citadas as folhas da beterraba, da batata doce e da cenoura (EMBRAPA, 2017; OLIVEIRA, 2017).

De acordo com Kinnup (2018), as PANCs "não podem ficar de fora, pois, um dos objetivos da popularização das PANC é apresentar opções de plantas ou partes destas que possam ser consumidas, trazendo à tona, à baila espécies negligenciadas e subutilizadas" (NUNES, 2018).

Metodologia

Trata-se de uma revisão bibliográfica, com a realização de um estudo detalhado de análise e interpretação acerca das Plantas Alimentícia não Convencionais.

As fontes para a produção e a elaboração do trabalho científico foram retiradas dos indexadores Scielo, Bireme, Pubmed, e Google acadêmico, por meio de artigos, documentos e cartilhas.

Os temas pesquisados para a realização do trabalho foram PANC, utilização e nutrientes.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Resultados e discussão

A grande maioria das PANCs necessitam de poucos cuidados e dificilmente são atacadas por pragas (PARANÁ, s/d).

De acordo com o Guia Prático de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) para escolas, da Organização Instituto Kairós (2018):

> "As PANC podem ser plantas mais resistentes e rústicas, adaptadas a lugares onde as convencionais não prosperam. Algumas são espontâneas e outras precisam ser cultivadas. Exigem menor dedicação e têm maior adaptabilidade aos diversos tipos de solo" (RANIERI, 2018).

As PANCs se destacam no quesito nutricional, principalmente no que diz respeito a vitaminas e sais minerais (EMBRAPA, 2017; PADILHA et al., 2017). No entanto, é importante procurar o conhecimento a respeito das PANC pois dependendo do tipo de planta elas podem apresentar algumas partes comestíveis e outras não. As flores podem ser comestíveis, mas o seu fruto não ou os frutos serem comestíveis e as folhas tóxicas (FUNDAÇÃO CARGILL, 2018).

Várias espécies de hortaliças consideradas PANCs apresentam um relevante teor de proteína, de boa digestibilidade e podem compor multimisturas como complemento alimentar. Quando consumidas cruas são importantes fontes de vitamina C (EMBRAPA, 2017).

Segundo a publicação de Hortaliças em Revista (2017):

> Essas espécies de hortaliças estavam aí, algumas pelos quintais, outras dispersas no meio do mato, e diversas na condição de pratos regionais. Se em muitos lugares ainda não são reconhecidas como alimentos, por outro lado, em certas localidades, sempre fizeram parte da culinária numa tradição passada de geração a geração (EMBRAPA, 2017).

Na Guia Prático sobre PANCs, Ranieri (2017) cita:

> E com o tempo, conforme seu uso for divulgado, ela passará a ser reconhecida, produzida e comercializada, deixando de ser uma PANC; será considerada convencional, rotineira, acessível, e fará parte do dia a dia alimentar dessa população (RANIERI, 2017).

Os resultados obtidos através das pesquisas encontram-se no Quadro 1.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Quadro 1: Planta Alimentícias não Convencionais

(continua...)

Nome	Nome científico	Origem	Utilização	Nutrientes	Autor
Almeirão-de-árvore	Lactuca canadenses	Regiões tropicais da América do Sul, incluindo o Brasil	Usada em saladas, recheio de bolinhos, tortas e sanduiches	Contém potássio, ferro, vitaminas A, B1, B2 e C, rica em pigmento antocianina	CASTRO; DEVIDE (2016).
Araruta	*Maranta arundinacea*	Regiões tropicais da América do Sul	A fécula é utilizada na panificação e pode ser usada para engrossar molhos, cremes e sopas. A raiz da araruta também é utilizada para fazer o polvilho usado na fabricação de biscoitos.	Vitamina C, iodo, ferro, enxofre, cálcio, potássio, frutose e glicose.	OLIVOS-LUGO et al. (2010); ESTILO SAÚDE (2015).
Azedinha	*Rumex acetosella*	Europa e Ásia	Preparo de saladas verdes ou cozida no preparo de refeições quentes, como sopas, ou adicionada aos sucos, como de laranja com mel e gelo.	Rica em vitaminas B e C, além de cálcio e outros minerais	SILVA (2015)
Bertalha	Basella alba	Provavelmente da Índia	Folhas e talos são refogados com ovos, sopas, suflês, bolinhos e cremes.	Fonte de vitaminas A, B, C e minerais: cálcio, fósforo	CASTRO; DEVIDE (2016).
Capuchinha	Tropaeolum majus L.	Peru	As sementes podem substituir a pimenta. Pode ser transformada em molhos e usada em saladas, pestos e omeletes.	Vitamina C, ferro, enxofre, cálcio, potássio, frutose e glicose.	BARBOSA (2015); RANIERI (2017).
Cará-moela	*Dioscorea bulbifera* L.	Originária da África e Ásia Tropical.	O tubérculo pode ser usado em purês, cremes, na preparação de farinhas, fritos, ensopados, usados em pães e bolos.	Rico em vitaminas do complexo B; fontes de proteína, sais minerais e carboidratos com baixíssimo teor de gordura.	CORRÊA (2018); SOARES (2016).
Caruru	Amaranthus sp.	América do Sul ou Central.	Folhas e flores podem ser consumidas cozidas em refogados, farofas ou pães. As sementes podem ser tostadas e usadas como complemento.	Fonte de betacaroteno, vitamina C, magnésio, ferro e potássio. Suas sementes têm alto teor de aminoácidos essenciais.	KELEN et al. (2015).
Chuchu-De-Vento ou Maxixe-do-reino	Cyclanthera peldalta L.	América do Sul, tem como principal cultivador o Peru.	Frutos são consumidos refogados, cozidos, em pratos com carnes ou aves ou recheados e podem ser consumidos crus.	Frutos ricos em potássio, ferro e micronutrientes.	CORRÊA (2018); FUNDAÇÃO CARGILL (2018).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

(conclusão)

Fisális	Physalis peruviana	Nativa das regiões temperadas, quentes e subtropicais de todo o mundo	Os frutos são utilizados na fabricação de doces, geleias, sucos, sorvetes e iogurtes.	Fruto rico em vitamina A e C, ferro e fósforo, alcaloides, flavonoides, carotenoides e compostos bioativos considerados funcionais.	MUNIZ (2015).
Jambu	Acmella oleraceae	América do Sul, mais especificamente da Amazônia	Flores e folhas comestíveis; tradicional uso no tacacá e pato-no-tucupi; preparada com cortes finos, refogada em azeite com alho e sal.	Rico em vitamina C.	BARBOSA (2015); CASTRO; DEVIDE (2016).
Mangarito	Xanthosoma riedelianum	América Central e do Sul.	As folhas são comestíveis e preparadas como a couve. Os rizomas representam verdadeira iguaria culinária, podendo ser cozido, assado, frito, salteado ou em cremes.	Reserva de carboidratos, fonte de vitaminas A, B1, B2, C e niacina.	MADEIRA et al. (2015); CASTRO; DEVIDE (2016).
Ora-Pro-Nóbis	*Pereskia aculeata* Mill.	Sul dos Estados Unidos até a Argentina, passando pelas ilhas do Caribe.	Folhas secas trituradas enriquecem massas de pães, macarrão e multi-mistura. Folhas, flores e frutos compõem geleias e licores.	Rica em ferro, cálcio; os frutos são ricos em carotenoides e vitamina C.	CASTRO; DEVIDE (2016); MENEZES (2013).
Peixinho	*Stachys byzantina*)	Turquia, do Sudoeste da Ásia e do Cáucaso	Folhas podem ser consumidas empanadas e fritas ficam semelhantes ao peixe lambari; em refogados e omeletes.	Rico em fibras e planta medicinal, com óleos essenciais de ação microbiana e calmante da tosse.	CASTRO; DEVIDE (2016); SILVEIRA (2017); HENRIQUES (2018).
Taioba	*Xanthosoma taioba*)	América Central	Folhas consumidas refogadas, porém, podem irritar a garganta de pessoas com sensibilidade ao ácido oxálico (igual ao espinafre).	Rica em cálcio, fósforo, ferro, potássio e manganês; proteínas e uma grande quantidade de vitaminas A, vitaminas B1 e B2 e C.	CASTRO; DEVIDE (2016).
Vinagreira	*Hibiscus sabdariffae*	Índia	Folhas, brotos e flores são consumidas *in natura* em saladas, sucos e temperos; cálices ricos em pectinas fabricam-se geleias, chás e sucos.	Rica fonte de compostos anti-oxidantes com alto teor de pigmentos, flavonoides, ferro, vitaminas A; B2 e C; altos teores de proteínas, fibras, cálcio e ferro. Folhas são ricas em vitaminas A e B1, e minerais como cálcio, fósforo e ferro.	LUZ; SÁ SOBRINHO (1997); MAHADEVAN et al. (2009); ORWA et al. (2009); IFMA (2015); CASTRO; DEVIDE (2016).

Fonte: os autores (2020).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Entre as quinze Plantas Comestíveis Não Convencionais apresentadas 60% tem origem na América do Sul. Avaliando as partes das plantas (semente, fruto, flor, folha, raiz), a que é mais utilizada para produção de pratos é a folha (73,3%), seguido das flores (26,6%).

Com relação aos nutrientes, a vitamina C é a mais presente nas PANCs supracitadas (73,3%). A dosagem diária recomendada de vitamina C, ou como também é chamada: ácido ascórbico (AA), é de 100mg e seus benefícios na saúde são:

> Previne o escorbuto, é importante na defesa do organismo contra infecções e fundamental na integridade das paredes dos vasos sanguíneos. É essencial para a formação das fibras colágenas existentes em praticamente todos os tecidos do corpo humano (derme, cartilagem e ossos) (MANELA-AZULAY et al., 2003).

O ferro foi encontrado em 60% das PANCS, sendo o mineral mais presente. Esse mineral tem um importante papel na produção de células vermelhas e no transporte do oxigênio entre as células. Assim, sua dosagem correta auxilia na redução prematuros com baixo peso, reduz o risco de morte de gestantes, auxilia no crescimento saudável de crianças e sua deficiência pode provocar anemia (BRASIL, 2013).

Considerações finais

Por meio deste estudo foi possível constatar que as Plantas Alimentícias não Convencionais (PANCs) podem contribuir para minimizar os casos de anemias e outras doenças, visto que são plantas de fácil acesso à população e com altos índices nutricionais, como de vitamina C e ferro.

Torna-se imprescindível a expansão de estudos sobre novas espécies e seus benefícios, além da divulgação dos benefícios da utilização destas plantas, para que assim, torne-se um habito a sua inserção no cotidiano das comunidades.

Unconventional Food Plants (PANCS): a review.

Abstract

Unconventional Food Plants (PANCs) are important sources of nutrients and easy to grow, easily found in several places. Many of these plants are used in cooking in different recipes and in the manufacture of flour and biscuits. The aim of the present article was to carry out a bibliographic review, with a detailed study of analysis and interpretation about PANCs. As a result, fifteen species were found and described, 60% of which are from South America. Among the parts of

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

the plants evaluated, the most used for the production of dishes is the leaf. Through this study, it was possible to verify that PANCs can contribute to minimize the cases of anemias and other diseases, due to their easy access to the population and for having high levels of vitamins and minerals. Disclosing the benefits of using these plants is essential for their consumption to become a habit in the daily lives of communities.

Keywords: food plants, nutrients, consumption.

Referências

BARBOSA, Daniela. Os benefícios de 10 ervas que fazem muito bem à saúde. 2015. Disponível em <https://exame.com/estilo-de-vida/os-beneficios-de-10-ervas-que-fazem-muito-bem-a-saude/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Programa Nacional de Suplementação de Ferro: manual de condutas gerais / Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

CARVALHO, Daniela. Você sabe o que são Pancs? Associação Paulista para o desenvolvimento da Medicina (SPDM). 2017. Disponível em: <https://www.spdm.org.br/blogs/nutricao/item/2669-voce-sabe-o-que-sao-pancs.>. Acesso em: 10 jun. 2020.

CASTRO; Cristina Maria; DEVIDE, Antônio Carlos Pries. Cultivo e Propriedades de Plantas Alimentícias não Convencionais PANC. 2016. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/documentos-diversos/1706-cartilha-cultivo-e-propriedades-d-plantas-alimenticias-nao-convencionais-panc/file.html>. Acesso em: 13 jun. 2020.

CORRÊA, Ana Alice Silveira. Oficina PANC. Iniciação Culinária. Promovendo uma alimentação de qualidade e saudável. 2018. Disponível em: <https://www.sjc.sp.gov.br/media/31686/livro-de-receitas-plantas-e-alimentos-nao-convencionais-mod1.pdf>. Acesso em:

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Hortaliças em Revista**. Ano VI, n. 22, maio a agosto de 2017.

ESTILO SAÚDE. Digestível, versátil e curativa, a araruta ecológica substitui o amido de milho transgênico em todas as receitas sem glúten. ed. 6., 2015.

FUNDAÇÃO CARGILL. Alimentação em foco. Conhecendo um pouco mais sobre as Plantas Alimentícias não Convencionais. 2018. Disponível em:> https://alimentacaoemfoco.org.br/conhecendo-mais-sobre-panc/>. Acesso em: 13 jun. 2020.

HENRIQUES, Isabela. Peixinho-da-horta: conheça essa incrível PANC. 2018. Disponível em: <https://www.terra.com.br/vida-e-estilo/culinaria/tudogostoso/peixinho-da-horta-conheca-essa-incrivel-panc,72375b1e64651ff216011285223ecc39zg91cvqf.html>. Acesso em:

IFMA. Instituto Federal do Maranhão. Licor de vinagreira elaborado por pesquisadores do Maracanã é apresentado no Fórum Mundial. 2015. Disponível em: <https://portal.ifma.edu.br/2015/05/29/licor-de-vinagreira-desenvolvido-por-pesquisadores-do-maracana-e-apresentado-no-forum-mundial-2/>. Acesso em: 18 jun. 2020.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

KELEN, Marília Elisa Becker; VAN NOUHUYS, Iana Scopel; KEHL, Lia Christina Kirchheim; BRACK, Paulo SILVA, Débora Balzan da. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs)**: hortaliças espontâneas e nativas. 1. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2015.

KINUPP, Valdely; LORENZI, Harri. **Plantas Alimentícias Não Convencionais** – PANC. 1. ed. São Paulo: Editora Plantarum, 2015.

NUNES, Brunella. Entrevista com Valdely Kinupp. Disponível em: <https://www.hypeness.com.br/2018/10/conversamos-com-o-biologo-e-criador-da-sigla-panc-valdely-kinupp-para-entender-melhor-esse-mundo-magico/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

LEAL, Mayana Lacerda. Conhecimento e uso de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANc) no Ribeirão da Ilha – Florianópolis/SC. 2015. 90 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

LUZ, Francisco Joaci de Freitas; SÁ SOBRINHO, Antônio de Franco. Vinagreira. *Hibiscus sabdariffa* L. Disponível em:> https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123213/1/p.-63-69-2.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2020.

MADEIRA, Nuno Rorigo; BOTREL, Neide; AMARO, Geovni Bernardo; CASTRO E MELO, Raphael Augusto de Mangarito: sabor de tradição. **Hortic. Bras.**, v. 33, n.3, 2015.

MAHADEVAN, N. *Hibiscus sabdariffa* Linn.: an overview. **Natural Product Radiance**, v. 8, n. 1, p. 77-83, 2009.

MANELA-AZULAY, Mônica; MANDARIM-DE-LACERDA, Carlos Alberto; PEREZ, Mauricio de Andrade; FILGUEIRA, Absalom Lima; CUZZI, Tullia. Vitamina C. **An. Bras. Dermatol**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 3, p. 265-274, 2003.

MENEZES, Marcelo Oliveira Teles de; TAYLOR, Nigel P.; LOIOLA, Maria Iracema Bezerra Flora do Ceará, Brasil: Cactaceae. **Rodriguésia**, v. 64, n. 4, p. 757-774, 2013.

MUNIZ, Janaína; MOLIN, Aniela Rojas; MUNIZ, Jaison. Physalis: Panorama produtivo e econômico no Brasil**. Hortic. Bras.**, v.33, n. 2, 2015.

OLIVEIRA, Bruna de. Um resumão sobre as PANC. 2017. Disponível em: <http://crioula.net/um-resumao-sobre-as-panc/>. Acesso em: 20 jun. 2020.

ORWA, C.; MUTUA, A.; KINDT, R.; JAMNADASS, R.; ANTHONY, S. 2009. Agroforestree Database: a tree reference and selection guide version 4.0. Disponível em: <http://www.worldagroforestry.org/treedb2/AFTPDFS/Hibiscus_sabdariffa.PDF.>. Acesso em: 20 jun. 2020.

OLIVOS-LUGO, B. L.; VALDIVIA-LÓPEZ, M. Á.; TECANTE, A. Thermal and physicochemical properties and nutritional value of the protein fraction of Mexican Chia Seed (*Salvia hispanica* L.). **Food Science and Technology International**, Oxford, v. 16, n. 1, p. 89- 96, 2010.

PADILHA, Maria do Rosário de Fátima; SHINOHARA, Neide Kazue Sakugawa; SHINOHARA, Gisele Mine; CABRAL, João Victor Batista; OLIVEIRA, Fábio Henrique Portella Corrêa de. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC): uma alternativa para a gastronomia Pernambucana. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, vols. 13/14, p.266-278, 2016/2017.

PARANÁ. Governo do Estado. Conexão Ambiental. Pancs: Plantas Alimentícias Não Convencionais. Disponível em: <http://www.conexaoambiental.pr.gov.br/Pagina/Pancs-Plantas-Alimenticias-Nao-Convencionais>.>. Acesso em: 20 jun. 2020.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

PASCHOAL, Mariana. PANC: conheça as Plantas Alimentícias Não Convencionais. 2018. Disponível em: <https://casavogue.globo.com/Arquitetura/Paisagismo/noticia/2018/11/panc-conheca-plantas-alimenticias-nao-convencionais.html>. Acesso em: 05 jul. 2020.

RANIERI, Guilherme Reis. Guia Prático de PANC. 2017. Disponível em: <https://institutokairos.net/wp-content/uploads/2017/08/Cartilha-Guia-Pr%C3%A1tico-de-PANC-Plantas-Alimenticias--Nao-Convencionais.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2020.

SILVA, Débora. Planta azedinha: benefícios desta planta para saúde. 2015. Disponível em: <https://www.remedio-caseiro.com/planta-azedinha-beneficios-desta-planta-para-saude/>. Acesso em: 26 jun. 2020.

SILVEIRA, Santamaria N. PANCs e o Peixinho da Horta. Boletim Ambiental. 2017. Disponível em: <http://www.boletimambiental.com.br/noticia/2017-12-06/pancs-e-o-peixinho-da-horta/>. Acesso em: 18 jun. 2020.

SOARES, Marcelo. Cará-moela. 2016. Disponível em: <http://marcelosoaresoliveira.blogspot.com/2016/05/cara-moela.html>. Acesso em: 03 jul. 2020.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Produção de videos documentários para o diálogo intercultural no ensino de ciências em comunidades tradicionais

Brenda Evelyn da Conceição Pereira*, Geilsa Costa Santos Baptista**

Resumo

Apresentamos os resultados de uma pesquisa qualitativa cujo objetivo foi analisar vídeos documentários produzidos por estudantes de comunidades tradicionais agrícolas que frequentam uma escola pública localizada no município de Coração de Maria, Bahia e, sobre eles, apontar possibilidades de diálogo intercultural no ensino de ciências. A coleta de dados se deu sobre os conteúdos desses vídeos durante uma oficina de produção de vídeos abordando os seus conhecimentos tradicionais ligados à fauna e a flora local com posterior Análise de Conteúdo. Os resultados indicam que os estudantes representaram detalhadamente os seus conhecimentos e práticas acerca das plantas e animais que estão presentes nos seus cotidianos agrícolas. Consideramos como importante que os professores motivem os estudantes a construção de vídeos documentários como uma via de investigar e compreender quais são os seus conhecimentos e práticas para envolvê-los no diálogo intercultural com os conhecimentos científicos, facilitando a contextualização e significação dos conteúdos ensinados.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Diálogo intercultural. Vídeo documentário.

Introdução

Os professores de ciências tem sido cada vez mais confrontados com o grande desafio de ensinar conteúdos científicos escolares e, ao mesmo tempo, considerar e respeitar a diversidade cultural que se faz presente nos espaços das salas de

* Grupo de Investigações em Etnobiologia e Ensino de Ciências, Departamento de Educação (UEFS); e-mail: brenda32176@gmail.com

** Grupo de Investigações em Etnobiologia e Ensino de Ciências, Departamento de Educação (UEFS); Programa de Pós-Graduação em Ensino Filosofia e História das Cuências (UFBA e UEFS); e-mail: geilsa@uefs.br

https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.12569
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
Recebido em 10/05/2021 – Aceito em: 04/02/2022
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

aula. E isto porque o ensino das ciências naturais é importante para o letramento científico, contribuindo para o exercício da cidadania, visto que as sociedades atuais estão cada vez mais cientificamente influenciadas (SANTOS et al., 2015). Por diversidade cultural nas salas de aula de ciências, entendemos as inúmeras e diferentes culturas que se fazem presentes nesses espaços, incluindo aí a cultura científica e as culturas dos estudantes que, apesar de serem diferentes em termos epistemológicos e ontológicos.

Isso significa trabalhar os conteúdos curriculares de maneira dialógica com os conhecimentos culturais dos estudantes, quando será possível o estabelecimento de relações de semelhanças e de diferenças em termos de suas origens, significados e aplicabilidades (BAPTISTA, 2010). Neste sentido, os interlocutores apresentarão seus conhecimentos acerca de um determinado tema que é objeto de estudo nas salas de aula, tendo a mediação do professor, numa convivência pacífica de respeito e valorização cultural (TEO, 2013). O diálogo precisa ser promovido nas salas de aula de ciências, especialmente porque conflitos e intolerâncias podem acontecer se o cientificismo estiver presente, ou seja, tentativas de que as explicações científicas sobreponham as explicações oriundas das realidades socioculturais dos estudantes, as quais, segundo Aikenhead (2002), frequentemente são diferentes.

Para Nascibem e Viveiro (2015), a escola deveria constituir-se num espaço democrático, que possibilita o encontro e convivência pacífica entre diferentes culturas, buscando contribuições para que os estudantes possam ampliar as suas visões de natureza. Para Freire (1996), educar é reunir experiências transformadas em pensamentos e buscar a investigação de novos métodos de ensino e aprendizagem, valorizando a curiosidade dos educandos e dos educadores.

Em seu livro Pedagogia da Autonomia Paulo Freire (1996) enfatiza a necessidade do respeito ao conhecimento que o estudante leva para escola da sua realidade, visto é um sujeito social e histórico. Com isso, é perceptível a coerência no que se refere a compreensão de que educar vai além de transmitir conhecimentos que são dissociados de contextos. Freire define essa postura "ética universal do ser humano" e que o educador deve buscá-la, pois é essencial para o trabalho docente. Ensinar é auxiliar o estudante na construção da sua autonomia, valorizando e respeitando a sua bagagem cultural.

Nas salas de aula de ciências, é importante que o ensino ajude os sujeitos à sensibilização diante da diversidade cultural, sendo necessário que isto aconteça

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

primeiro com os professores, enquanto mediadores das interações e facilitadores da construção de conhecimentos científicos pelos estudantes. Entendemos por sensibilidade à diversidade cultural a capacidade de ter empatia, sentir-se no lugar do outro, enquanto ser sociocultural, com visões de mundo que são distintas e carecem de ser consideradas e respeitadas (BAPTISTA, 2014).

O desafio para a promoção do diálogo intercultural pode ser minimizado se os professores conseguirem fazer uso de recursos didáticos que sejam alternativos aqueles que são comumente utilizados nas salas de aula, como por exemplo os livros didáticos, os quais não despertam as suas curiosidades e questionamentos, especialmente acerca de problemáticas que relacionem a ciência com os contextos das suas vivências. Neste sentido, Rosa (2000) argumenta que o uso de recurso audiovisuais pode constituir um excelente recurso didático, visto que a maioria dos jovens tem atração pela internet (Youtube, Google, Facebook, Instagram, WhatsApp, entre outros), sentindo-se motivados pela junção de imagens e som.

Para Vieira e Martins (2017), apesar dos vídeos possuírem a potencialidade de motivar, ilustrar e demonstrar, além de outras funções, eles frequentemente são utilizados nas salas de aula apenas como ilustração, sendo um reflexo de aulas transmissivas e sem as participações dos estudantes. Além disto, não promove criticidades sobre os conteúdos desses vídeos, os quais com muita frequência não possuem quaisquer relações com as realidades dos educandos.

No que tange a promoção do diálogo intercultural com estudantes pertencentes às comunidades tradicionais, acreditamos que os vídeos documentários contendo os conhecimentos que são oriundos dos meios socioculturais dos estudantes podem contribuir significativamente para o ensino e aprendizagem do conhecimento científico escolar, pois motivará o seus interesses de participação nas aulas, levantando em considerações de forma crítica e reflexiva de como os conhecimentos tradicionais podem estabelecer conexões com as explicações científicas. E isto porque, de acordo com o artigo 3º do decreto n.º 6.040 de fevereiro de 2007 define as comunidades tradicionais como

> [...] grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição (BRASIL, 2007).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

No presente trabalho, apresentamos os resultados de uma pesquisa qualitativa realizada a partir do projeto de iniciação científica da primeira autora com orientação da segunda autora junto à Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), edital PPPG IC UEFS número 01/2019, que teve por objetivo analisar vídeos documentários produzidos por estudantes de comunidades tradicionais agrícolas que frequentam uma escola pública localizada no município de Coração de Maria (Bahia) e, sobre eles, apontar possibilidades para o diálogo intercultural no ensino de ciências de comunidades tradicionais.

A seguinte questão guiou nosso estudo: - *Os vídeos produzidos por estudantes de escolas localizadas em comunidades tradicionais, documentando os seus saberes culturais ligados à agricultura local, podem constituir pode constituir um recurso didático para a promoção do diálogo intercultural nas aulas de ciências*?

Vídeos documentários, segundo Nichols (2016), são vídeos cujo discurso tem por característica sustentar-se por acontecimentos reais. Neste sentido, acreditamos que o gênero documentário é rico e variado, abrangendo desde documentos sobre a natureza até narrativas pessoais que buscam representar diversos saberes e práticas culturais. Assim, esperamos que os dados apresentados neste trabalho possam contribuir para novos estudos acerca da promoção do diálogo intercultural nas aulas de biologia, especialmente de escolas localizadas em comunidades tradicionais, com relação à produção e uso de recursos didáticos direcionados às suas realidades.

Metodologia

Abordagem da pesquisa

O presente artigo tem base na pesquisa qualitativa e no interacionismo simbólico. Segundo Godoy (1995) a pesquisa qualitativa ocupa um reconhecido lugar entre as várias possibilidades de se estudar os fenômenos que envolvem os seres humanos e suas intrincadas relações sociais, estabelecidas em diversos ambientes.

O estudo de caso se caracteriza como um tipo de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente. Visa ao exame detalhado de um ambiente, de um simples sujeito ou de uma situação em particular. No estudo de caso, o pesquisador geralmente utiliza uma variedade de dados coletados em diferentes

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

momentos, por meio de variadas fontes de informação. Tem como técnicas fundamentais de pesquisa a observação e a entrevista (GODOY, 1995, p. 7).

O interacionismo simbólico constitui uma perspectiva teórica que possibilita a compreensão do modo como os indivíduos interpretam os objetos e as outras pessoas com as quais interagem e como tal processo de interpretação conduz o comportamento em situações específicas. O interacionismo simbólico constitui uma abordagem adequada para analisar os processos de socialização e as influências dos significados pelos sujeitos nesses processos (CARVALHO; BORGES; RÊGO, 2010).

Questões éticas da pesquisa

Segundo Martins (2004), a pesquisa qualitativa, devido à proximidade entre pesquisador e pesquisados, exige particularmente a consideração de questões éticas. No presente estudo, foi considerada uma série de questões éticas, tendo por base as normas propostas na resolução 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde do Brasil, sobre pesquisa envolvendo seres humanos (BRASIL, 2012).

Cumpre informar que a pesquisa ora relatada é parte integrante do projeto com aprovação CONSEPE-UEFS número 097/2018, apreciado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (CEP-UEFS) com parecer número 2.471.094, em 22/01/2018 e cadastro no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) número AB1A096, de 08/10/2018.

Assim, teve a obtenção do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) dos sujeitos maiores em idade que estiveram envolvidos no estudo, bem do Termo de Assentimento (TA) que é desenvolvido para o participante da pesquisa que seja criança/adolescente, nesse caso, solicita-se a assinatura dos responsáveis legais após o esclarecimento a criança/adolescente (BRASIL, 2012). Nesses termos constaram os seguintes tópicos: orientação aos sujeitos sobre a pesquisa, incluindo a liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa; garantia de esclarecimentos sobre a metodologia do estudo; de sigilo, que assegure a privacidade da identidade dos sujeitos; de que os danos previsíveis sejam evitados; de que a pesquisa tenha relevância social, bem como de ausência de ônus para os sujeitos participantes; de respeito aos valores culturais e sentimentos expressados pelos sujeitos, dentre outros aspectos.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Caracterização dos sujeitos da pesquisa

Os sujeitos envolvidos na pesquisa foram estudantes e uma professora do Colégio Estadual Dom Pedro II (CEDP II), localizado no município de Coração de Maria, bem como estudantes agricultores que frequentavam o referido colégio no ano de 2019.

O CEDP II está localizado na Rua Avenida João Amorim, 130 – Centro, Coração de Maria / BA, é uma escola pública e urbana, funciona em prédio próprio, água da rede pública, energia elétrica da rede pública, esgoto sanitário por fossa e coleta de lixo periódica. Sua estrutura consiste em: sala de diretoria, sala de professores, laboratório de informática, sala de ciências, cozinha, biblioteca e banheiro adequado a alunos com deficiência ou mobilidade reduzida. Contém os seguintes recursos: Atena parabólica, 8 salas existentes, 13 equipamentos de TV, 2 videocassetes, 2 aparelhos de DVD, 3 retroprojetores, 4 impressoras, 3 aparelhos de som, 3 projetores multimidia, Datashow, 22 computadores na escola, 4 para uso administrativo, 18 para uso dos alunos, 40 funcionários, acesso à internet e banda larga. Oferece alimentação escolar para os alunos e sua modalidade é ensino regular e ensino médio.

Um total de 82 estudantes do 2□ ano do Ensino Médio (turmas A, B e C) do Colégio Estadual Dom Pedro II compuseram a nossa amostra. A escolha dessa turma se deu por conta da indicação da professora participante, que julgou ser a mais indicada para trabalhar questões interculturais para o ensino de biologia na região, que tem base cultural na agricultura e pecuária, pois constitui o ano escolar que aborda temáticas relacionadas com a zoologia e botânica.

De um total de 82 estudantes participantes, 42 são do gênero feminino e 40 do gênero masculino, com idades que variaram entre 14 e 24 anos. Segundo informações obtidas com a professora colaboradora, a maioria desses estudantes são agricultores e/ou filhos de agricultores, praticantes da agricultura familiar. Os demais são estudantes que desenvolvem atividades ligadas ao comércio local, nos horários opostos às aulas na escola.

A professora participante tinha 46 anos de idade quando nossa pesquisa foi desenvolvida, é licenciada em Ciências Biológicas e possuí especialização em saúde coletiva. Ministrava aulas de Biologia nas turmas em que ocorreu a pesquisa, sendo 22 anos de serviço na rede estadual, entretanto, soma-se 23 anos em sala de aula contando escola pública e particular.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

A realização da oficina e coleta de dados

A coleta de dados aconteceu a partir da realização de uma oficina temática, entre os meses de agosto a dezembro de 2019. Particularmente, dos vídeos de curta duração produzidos pelos estudantes participantes da referida oficina. Ressaltamos que um diário de campo foi utilizado com o propósito de registrar as percepções da pesquisadora, primeira autora deste artigo, nos momentos da oficina, bem como auxiliar no processo de análise dos dados. Para Fajer, Araújo e Waismann (2016), o diário de campo torna-se importante nas pesquisas qualitativas pelo fato de que será de grande ajuda no momento da análise dos documentos, pois nele está contida todas as informações da pesquisa que foram captadas pelo pesquisador, auxiliando-o nas reflexões e discussões.

O primeiro passo consistiu na identificação da escola participante, e para isto foram realizadas visitas ao Colégio Estadual Dom Pedro II, localizado na sede do município de Coração de Maria, Bahia. Justificamos a prioridade pelo fato de ela estar inserida no projeto de pesquisa que deu origem a este estudo e, além disto, por atender estudantes agricultores e/ou filhos de agricultores, que são provenientes de comunidades tradicionais, os quais mantêm seus saberes culturalmente ligados à natureza, podendo contribuir ricamente para a facilitação da aprendizagem dos conhecimentos científicos (BAPTISTA, 2010).

O passo seguinte foi a identificação dos sujeitos participantes e organização de uma oficina temática. Assim, realizamos observações da rotina escolar e salas de aula das turmas participantes, que foram as turmas do 2º ano do Nível Médio do Colégio Dom Pedro II. Após isso, foram realizadas leituras dos TCLE e TA nas salas de aula, com respectivas assinaturas por aqueles que desejaram a participação. Nesse momento os estudantes também realizaram as suas inscrições na oficina, qual foi intitulada de "*Oficina de Recursos Audiovisuais*" e, de maneira colaborativa com a professora participante da pesquisa, foi elaborada a sua programação e objetivo, tendo em conta a temática que mais estivesse relacionada com as atividades culturais do município, que foram a pecuária e a agricultura (fauna e a flora local).

A oficina, que teve duração de aproximadamente 20 minutos por encontro, foi ministrada pela primeira outra em colaboração com professora participante e orientada pela segunda autora, ocorrendo sempre nas sextas-feiras, nos horários dos intervalos para o lanche, como forma de não interromper os horários das aulas

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

dos demais componentes curriculares, visto que envolveria todas as turmas do 2º do Nível Médio da escola. Com autorização da direção da escola, os lanches foram entregues aos estudantes durante as atividades da oficina.

Os encontros aconteceram no auditório da escola (Figura 1), sendo que a cada semana participou uma turma distinta de 2º do Nível Médio, para evitar que o auditório ficasse com um número elevado de estudantes. Como forma de registrar as informações trabalhadas durante as oficinas, foi solicitada aos estudantes uma agenda para diário de bordo, na qual eles deveriam realizar pequenas anotações. Ressaltamos que essa agenda seria alguma que eles já tivessem em casa, para não terem nenhum custo, e, além da agenda, uma caneta de tinta azul ou preta. Para melhorar a comunicação com os estudantes e abrir espaço para questionamentos e dúvidas, a bolsista criou um grupo no aplicativo WhatsApp®.

Figura 1: Encontro com os estudantes no Colégio Estadual Dom Pedro II para realização da Oficina de Recursos Audiovisuais



Fonte: Primeira autora (2019).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

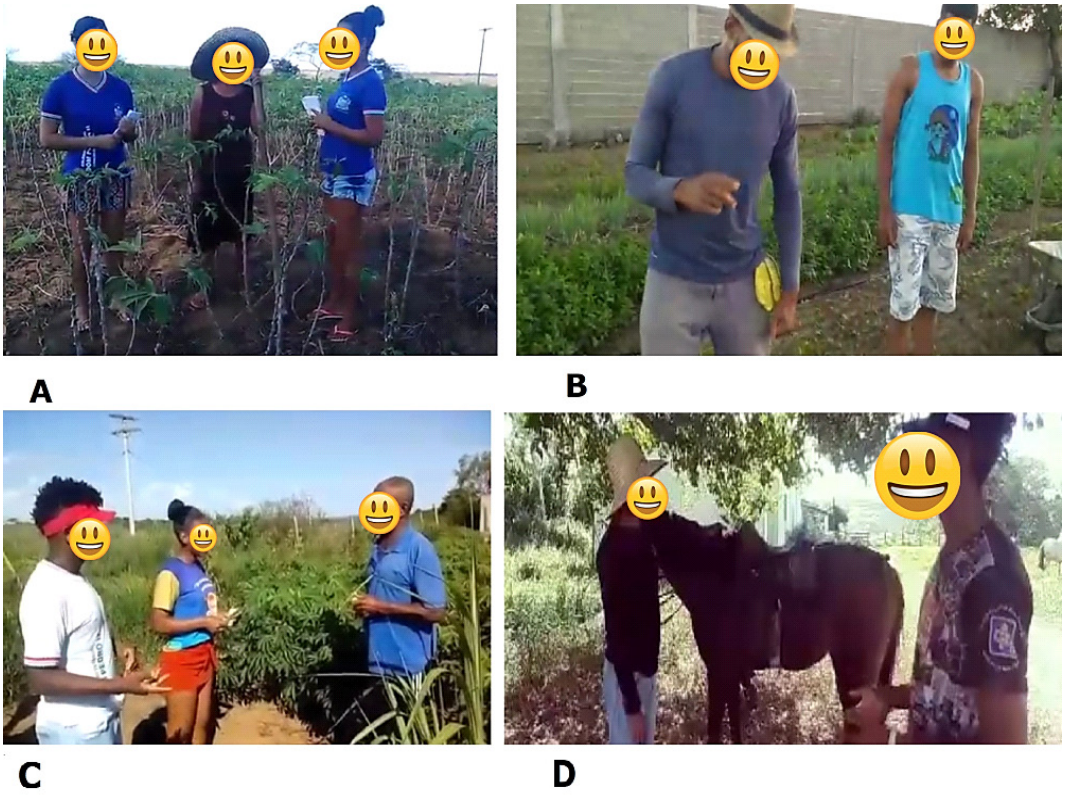
A oficina - cujo objetivo geral foi auxiliar os estudantes do colégio Dom Pedro II na aproximações da escola com os seus conhecimentos tradicionais ligados a agricultura local através do desenvolvimento das suas criatividades na produção de vídeos documentários, bem como disponibilizar esses vídeos como um recurso didático para ser utilizado no diálogo intercultural nas aulas de ciências do colégio participante, como bem recomenda Garcez et al. (2011), valorizando as suas identidades culturais e devolução dos produtos de pesquisa - foi constituída das seguintes atividades interligadas, dentro e fora do espaço escolar:

- Apresentação do objetivo da oficina, conceitos centrais (vídeo documentário, conhecimentos tradicionais e científicos, diálogos entre saberes), a agricultura e a pecuária local;
- Organização da turma por grupos para realização de entrevistas com agricultores(as) ou pecuaristas da região, conforme preferências dos estudantes. Os estudantes se organizaram em seis grupos de sete componentes;
- Escolha do tema de investigação, se fauna ou flora da região e, com base nisto, a elaboração de um protocolo com perguntas, segundo as suas experiências e conhecimentos no assunto;
- Escolha dos(as) entrevistados(as), possíveis dias para visitas e realização das entrevistas e questões éticas;
- Realização das entrevistas pelos estudantes em campo, nos espaços agrícolas ou pecuários, com pessoas que demonstram conhecimento aprofundado sobre o assunto (sabedores locais). Os estudantes deveriam solicitar aos seus entrevistados narrativas orais e de forma livre, segundo as suas próprias concepções e conhecimentos, fazendo demonstrações práticas relacionadas aos animais ou às plantas que são por eles cultivadas (Figura 2). Estas entrevistas aconteceram em ambientes naturais, sendo gravadas com os próprios celulares dos estudantes, estando condicionadas a autorização prévia dos(as) informantes/entrevistados(as) em campo. Informamos que indicamos alguns vídeos para que os estudantes assistissem nos seus celulares, nos horários opostos às aulas, com o propósito de facilitar as suas compreensões do que constitui um vídeo documentário;
- Entrega dos vídeos pelos estudantes. O propósito inicial era a apresentação e comentários de todos os vídeos ao final da oficina pelos próprios estudantes, como forma de socialização, o que também nos auxiliaria nas

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

análises e edições desses vídeos e, por conseguinte, nas suas proposições como recursos didáticos para serem utilizados nas salas de aula de biologia. Todavia, isso não pode ser alcançado, pela suspensão das aulas na escola participante pela pandemia e isolamento social. Assim, ao final da oficina houve apenas a entrega dos vídeos pelos estudantes através de um grupo criado no WhatsApp®.

Figura 2: Estudantes participantes da oficina realizando entrevistas com sabedores locais. A- Sobre o cultivo da mandioca; B- Sobre o plantio da rúcula; C- Sobre o cultivo da mandioca e D- Sobre a domesticação de cavalos.



É importante mencionar que a solicitação de produção de vídeos pelos estudantes não teve como objetivo a priori a atribuição de notas no colégio, embora tenha sido realizada com essa finalidade pela professora participante como uma entre as demais formas de avaliação somativa, com a justificativa de constituir uma alternativa às avaliações escritas e motivação das participações dos estudantes.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Dos 82 estudantes que aceitaram participar da nossa pesquisa, 74 concluíram a oficina, o que indica os seus interesses pala atividade proposta, como é possível observar na Tabela 1, na relação entre o número de inscritos por turma e número de participantes. Importa destacar que o número elevado de frequentantes pode ter recebido a influência do fato de que os encontros aconteceram nos horários de intervalo entre as aulas, quando os estudantes poderiam estar dispersos nos espaços da escola, mas preferiam estar na oficina. Isso pode ser justificado por ter sido uma decisão tomada em conjunto com os estudantes e, portanto, eles se comprometeram com as suas participações.

Tabela 1: Número de inscritos e participantes por turma na *Oficina de Recursos Audiovisuais*

	FREQUÊNCIA DOS ESTUDANTES		ENTREGA DOS VÍDEOS
Turmas do 2.º ano	Número de inscritos	Número de participantes	Número de Vídeos
A	30	29	0
B	23	17	2
C	29	28	3
Total	82	74	**5**

Apesar de considerarmos o número 74 de participantes satisfatório, encontramos dificuldades com a entrega dos vídeos por turma. No 2º ano A, não houve produção. Segundo a professora participante, isso pode ter acontecido pelo fato de que todos os estudantes desta turma estavam "aprovados" na disciplina de biologia e, sendo assim, eles não desenvolveram nenhuma das atividades referentes ao último ciclo. Este argumento também é válido para as demais turmas, justificando-se o fato de que nem todos os estudantes entregaram os vídeos. Da turma B, duas equipes entregaram e da C, todas as três equipes.

Foram cinco os vídeos recebidos, a saber: 1. O cultivo da mandioca; 2. Distinção entre a mandioca braba e a mandioca mansa; 3. O cultivo da rúcula; 4. Criação de gado e 5. Domesticação de cavalos. Sobre esses vídeos, procedemos uma primeira análise para seleção dos melhores segundo alguns critérios preestabelecidos e que seguiram orientações dadas durante a oficina, a saber: abordagem do conteúdo (se tinha relação com a fauna ou a flora local); qualidade do vídeo (se estava nítido e de fácil compreensão); linguagem (se respeitava os saberes locais); espaços (se foi realizado no espaço agrícola ou pecuário), sujeitos envolvidos (se foram realizados pelos próprios estudantes e detalhamentos nas explicações. Para isto, os vídeos fo-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

ram assistidos atentamente no software Windows Media Player 11®, num notebook Lenovo Yoga 500®.

Após assistir todos os vídeos, tendo em conta os critérios acima mencionados, selecionamos dois para escrita deste trabalho: 1. Distinção entre a mandioca braba e a mandioca mansa e 2. O cultivo da rúcula.

Sobre todos os demais vídeos, destacamos que eles estavam pouco detalhados e isto pode ter acontecido porque os estudantes, apesar de demonstrarem afeto com participações ativas durante a oficina, tenham se sentido envergonhados por estarem diante de câmeras com filmagens. Também é possível que eles não tenham compreendido bem o objetivo de construção do vídeo, tendo interpretado que deveriam trazer nas suas falas abordagens científicas, se sentindo, portanto, inibidos ou constrangidos, o que é compreensível, pois, concordando com Félix e Filho (2016), é muito comum entre os estudantes, diante de atividades nas salas de aula, a demonstração de afetos, medo e vergonha.

Análise dos dados

Os vídeos documentários selecionados foram transcritos para o editor de texto Word® e sobre essas transcrições procedemos Análise de Conteúdo (BARDIN, 1997). Uma leitura atenta buscando identificar temáticas para serem trabalhadas nas aulas de ciências (biologia) foi realizada. Nesse momento, selecionamos fragmentos como unidades de análise, partindo das explicações dadas pelos estudantes e seus significados, quando construímos um quadro para cada vídeo. Nesse quadro, destacamos o conteúdo geral do vídeo, fragmentos das falas dos estudantes e entrevistados e possibilidades de ensino de ciências (biologia). Para isso, buscamos aproximações e distanciamentos dos seus teores com os conteúdos curriculares presentes no livro didático utilizado na escola participante (FAVARETO, 2018). Por último, realizamos a discussão à luz dos referenciais teóricos das áreas de ensino de ciências e da etnobiologia, um campo acadêmico que se ocupa das complexas relações que existem entre os sistemas culturais e os seres vivos, tanto nas sociedades passadas quanto nas atuais (ISE, 2021). Dito em outras palavras, é o estudo das inúmeras e complexas relações que são estabelecidas entre os seres humanos e demais seres vivos tendo os sistemas culturais como mediadores dessas relações.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Resultados e Discussão

A seguir, apresentamos os quadros elaborados para cada vídeo selecionado, que revelam os conhecimentos tradicionais e possibilidades de ensino nas salas de aula de ciências (biologia), seguidos de discussão. Destacamos que, considerando o pouco espaço deste trabalho, não teceremos discussão sobre todas as possibilidades, mas sim parte delas.

Vídeo 1. Mandioca (Manihot esculenta): nomeação, reprodução e toxicidade

Quadro 1: Conteúdo do vídeo, fragmentos das falas dos estudantes e entrevistados e possibilidades de ensino

CONTEÚDO DO VÍDEO	FRAGMENTOS DA ENTREVISTA	POSSIBILIDADES DE ENSINO
O cultivo da mandioca, com explicações sobre o processo de plantio e colheita, com ênfase nas variedades que são consideradas tóxicas para a alimentação.	"A mandioca braba tem um tipo de um veneno que mata, qualquer bico que comer ela no mesmo dia que rancar mata. A água, se o bico, o animal beber a água morre, se comer a folha morre. Só de três dias em diante que a gente dá ao animal. Diferente de comer a farinha que é torrada, bem torradinha e não tem nada. A comum, é como essa daqui, que a gente pode arrancar, cozinhar e comer quem gosta, e dá ao animal, a folha, e dá aos bichos que não tem nada". "Ara a terra bem aradinha e... e cava os buracos em fileira e planta as manivas, os pedacinho, e planta [...]"	Propagação vegetativa; Classificação científica; Princípios ativos das plantas consideradas tóxicas e intoxicação.

No Quadro 1, é possível observar a temática central do vídeo, que é o cultivo da mandioca, com explicações sobre o processo de plantio e colheita, com ênfase nas variedades que são consideradas tóxicas para a alimentação. Nesse contexto, é interessante notar o uso predominante da linguagem local nas falas dos estudantes. Para Aikenhead e Lima (2009), nas salas de aula de ciências de escolas localizadas nas comunidades tradicionais, transitam os conhecimentos científicos escolares - que são resultantes da ciência ocidental, que investiga a natureza e seus fenômenos através de métodos que lhes são particulares, e os conhecimentos tradicionais, que são resultantes de modos particulares de investigações das comunidades tradicionais, que vivem das suas relações diretas com a natureza. Os saberes revelados pelos estudantes nos vídeos constituem ricas possibilidades para o diálogo no ensino de ciências, porque revelam os conhecimentos e práticas que são particulares dos seus meios socioculturais e podem estabelecer relações com os conhecimentos científicos. No caso da mandioca, o diálogo poderá acontecer nos seguintes aspectos, por exemplo: apresentando abordagens da taxonomia, classificando a planta em seus

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

táxons até o nível de espécie e suas variedades; da reprodução das Angiospermas, particularmente a reprodução assexuada ou propagação vegetativa e partes das plantas envolvidas; dos princípios ativos da planta consideradas tóxicas e intoxicação animal, incluindo a humana (PERES; YAMAGUCHI, 2020).

Acerca da propagação vegetativa, o diálogo poderá ocorrer a partir do conhecimento tradicional de que a reprodução da mandioca acontece a partir da "maniva": "*Ara a terra bem aradinha e... e cava os buracos em filera e planta as maniva, os pedacinho, e planta* [...]. O professor poderá explicar aos estudantes que a biologia nomeia de caule a "maniva", um órgão vegetativo que quando colocado no solo irá brotar transformando-se em outro indivíduo, outra planta. A esse processo a biologia chama de reprodução assexuada, porque não precisa de outro gameta para se reproduzir (FAVERETO, 2018), enfatizando que não se trata de afirmativas de que o conhecimento tradicional está errado e que o conhecimento científico é o correto, mas, sim, que cada um desses conhecimentos possuem as suas próprias origens e aplicabilidades. Que os conhecimentos tradicionais, assim como os científicos, possuem as suas próprias formas de nomear e classificar e o ambiente biológico, sendo importante compreender as relações de semelhanças e de diferenças existentes e onde cada conhecimento poderá ser aplicado, seja na própria comunidade tradicional ou fora dela, como, por exemplo, na agricultura local ou nos exames para ingressos nas universidades. (BAPTISTA, 2018).

Sobre a intoxicação pela mandioca, é possível notar que o conhecimento tradicional nomeia de "veneno" a substância tóxica da planta: "*A mandioca braba tem um tipo de um veneno que mata [...]", e que para o consumo é preciso seguir alguns cuidados, "[...] Só de três dias em diante que a gente dá ao animal. Diferente de comer a farinha que é torrada, bem torradinha e não tem nada*". Notamos que estes argumentos estão de acordo com os encontrados na literatura da etnobiologia, acerca de como as comunidades tradicionais concebem e utilizam o mundo biológico ao seu redor. Por exemplo Xavier e Lima (2020), destacam que em muitos países da América Latina o cultivo e uso da mandioca na alimentação advém de tempos antigos, especificamente nos períodos das colonizações, sendo o principal alimento dos navios de tráfico de escravos e dos povos indígenas. Assim, os professores poderão dialogar com os estudantes como essa planta era e é importante para alimentação humana e de outros animais, suas vantagens à agricultura de subsistência em virtude do baixo custo, da fácil propagação, da tolerância a períodos secos (PERES; YAMAGUCHI, 2020).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Para além disso, poderá dialogar com os estudantes que o termo veneno é utilizado para qualquer substância tóxica, ou seja, capaz de provocar a morte ou danos à saúde se ingeridas, inaladas ou tiverem contato com a pele em grandes ou pequenas quantidades. No caso da mandioca, poderá argumentar que a ingestão da raiz fresca (hidratada) pode matar porque contém alto teor de Ácido Cianídrico, acima de 100 mg por quilo (HCN/kg) e daí a classificação como "mandioca brava", podendo ocorrer casos extremos de envenenamento, sendo necessária a sua desidratação para consumo, como ocorre no caso da produção da farinha (CHISTÉ; COHEN, 2008).

Vídeo 2. O cultivo da rúcula (Eruca sativa)

Quadro 2: Descrição do vídeo *O cultivo da rúcula*, trechos das falas dos estudantes e possibilidades de ensino de biologia

DESCRIÇÃO DO VÍDEO	FREGMANETO DA ENTREVISTA	POSSIBILIDADES DE ENSINO
Plantio da rúcula: preparação e umidade do solo, uso de adubos e fertilizantes.	"[...] utilizei a compostagem. Você pega um pouco das sementes e passa em todos os regos [...] Aí faz o processo de irrigação [...]. Essa área tem que manter bastante úmida durante o processo de germinação da planta [...] Agora ela já tá irrigada e rica em matéria orgânica, agora é só aguardar o processo de germinação. Vai precisar de muita água nesse período". "O único que é liberado pela certificadora de produtos orgânicos é o adubo de mamona, que é extraído diretamente da semente da mamona, não sofre nenhum processo químico [...] ele é o único adubo que pode ser utilizado direto no solo para um plantio de qualquer tipo de planta no orgânico, ok? Os demais, tipo adubo de galinha é utilizado sim, no orgânico também, porém tem de ser ou galinha de quintal ou galinha caipira. A de granja não podemos utilizar porque vai muita química na alimentação desses frangos [...]"	Solo e irrigação; Compostagem; Germinação; Adubos (químicos e orgânicos).

No Quadro 2, que trata do plantio da rúcula, preparação e umidade do solo, uso de adubos e fertilizantes, é possível observar o uso predominante da linguagem científica com relação ao cultivo dessa planta. Especialmente com relação ao preparo e umidade do solo, ao uso de adubos e fertilizantes. Destacamos que a possibilidade do uso predominante da linguagem científica no vídeo 2, diferentemente do vídeo 1, pode ser resultante da inserção de projetos para "capacitação técnica" de pessoas envolvidas no setor agroindustrial, segundo conversas com os estudantes participantes da oficina. De igual forma, influências da escola. Os entrevistados, diante de uma entrevista, podem ter se sentido da obrigação de utilização da linguagem científica para comunicar os seus pensamentos. Também é possível que os estudantes, por estarem diante de câmeras com filmagens, tenham se sentido envergonhados dos seus conhecimentos tradicionais, o que, segundo Félix e Filho (2016) é comum

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

entre os jovens a demonstração de suas emoções diante das filmagens, como medo e vergonha. Isso pode ter conduzido os estudantes agricultores que participaram da nossa pesquisa à necessidade de apresentação dos conhecimentos científicos que lhes foram ensinados na escola, fazendo uso da linguagem científica.

Certamente, o uso da linguagem científica pelos agricultores constitui um fator positivo para as o diálogo intercultural nas aulas de biologia, especialmente para que os professores gerem oportunidades para que eles compreendam que a ciência ocidental constitui uma atividade cultural com sua própria linguagem (AIKENHEAD, 2002). Isso facilitará o letramento científico, no sentido de apoiar os estudantes a ler, interpretar, representar e aplicar a ciência em determinadas situações sociais (SANTOS, 2007). Os professores poderão dialogar, por exemplo, trabalhado terminologias e explicações científicas referentes aos fertilizantes e praguicidas para que os agricultores consigam realizar análises e tomar decisões com relação aos seus manuseios e consequências. Ao falar dos fertilizantes, os professores e estudantes poderão ter como exemplo o uso da mamona, explicando que isso promove aumento da produtividade do solo, pela elevação do teor de nitrogênio (SILVA et al., 2007), sendo a rúcula uma planta que necessita que a sua adubação seja nitrogenada, para que aumente a clorofila, altura e número de folhas (STEINER et al., 2011).

Considerações finais

Nossas análises sobre os conteúdos dos vídeos produzidos pelos estudantes agricultores revelaram possibilidades interessantes que permitem a contextualização dos conhecimentos ensinados nas realidades socioculturais desses sujeitos, particularmente com relação aos aspectos reprodutivos das plantas, variedades de uma mesma espécie e aspectos ecológicos. Disto inferimos que a produção de vídeos pelos estudantes com relação às suas vivencias culturais pode constituir um importante recurso didático para o diálogo intercultural nas aulas de biologia e facilitação dos processos de ensino e aprendizagem. Para além disto, acrescentamos que os vídeos documentários podem abrir espaços para compartilhar experiências e conhecimentos que irão auxiliar os estudantes e superar barreiras sociais e culturais, muitas vezes causadas pela supremacia dada à ciência ocidental, vencendo adversidades numa convivência pacífica entre diferentes culturas num mesmo ambiente, que são os espaços escolares.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Importa destacar que apesar de obtermos resultados satisfatórios, encontramos dificuldades e lacunas na nossa pesquisa, particularmente com relação à produção e entrega dos vídeos. Existem muitos fatores que podem interferir na motivação e participação com exposição de saberes locais por parte dos estudantes, que vão desde o tempo disponibilizado para isto até influências do espaço físico e cultura escolar. Sobre este último, destacamos a necessidade de que as parcerias entre universidade e escola busquem se efetivar de maneira prolongada, e não apenas em pesquisas específicas, que possam gerar espaços para reflexões aprofundadas pelos atores da educação nas salas de aula, professores e estudantes, de modo a promover mudanças na cultura escolar e formação de professores para a interculturalidade. Justificamos a nossa impossibilidade neste sentido devido ao fato de que a nossa pesquisa teve início no final do ano letivo de 2019, pelo processo de implementação da bolsa de Iniciação científica pela UEFS, e num período em que as aulas já estavam sendo encerradas nas escolas. Para além disto, a ocorrência da pandemia causada pela COVID-19 no início do ano de 2020 terminou por afetar nosso tempo de permanência na escola e maior aproximação com os estudantes e a professora colaboradora.

Pretendemos dar continuidade ao nosso estudo, ao testar o uso desses vídeos de maneira colaborativa com os professores de biologia das escolas do Retiro, Coração de Maria, Bahia e por um período mais prolongado ao que foi utilizado na pesquisa ora relatada. O próximo passo será a elaboração de sequências didáticas para o ensino de biologia com vistas à promoção do diálogo intercultural nas escolas participantes, incluindo aí itens como: temáticas e conteúdo a serem abordados; objetivos descritos em competências e habilidades; justificativa e contextualização; metodologia, estratégias e recursos didáticos; avaliação da aprendizagem; e bibliografia consultada e indicada.

Production of documentary videos for intercultural dialogue in science teaching in traditional communities

Abstract

We present the results of a qualitative investigation whose objective was to analyze documentary videos produced by students from traditional agricultural communities who attend a public school located in the municipality of Coração de Maria, Bahia and, on them, to show possibilities of intercultural dialogue at school. The collection and analysis of the data was about the content of these videos that addressed their traditional agricultural knowledge. The results indicate that the students represented in detail their knowledge and practices about plants and animals present in

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

their daily agricultural activities. We consider it important that teachers motivate students to build documentary videos as a way to investigate and understand their knowledge and practices, in order to involve them in an intercultural dialogue with scientific knowledge, facilitating the contextualization and the meaning of the contents contained.

Keywords: Science teaching. Intercultural dialogue. Documentary video.

Referências

AIKENHEAD, Glen S. Cross-cultural science teaching: rekindling traditions for aboriginal students. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 2, n. 3, p. 287-304, 2002. DOI: https://doi.org/10.1080/14926150209556522

AIKENHEAD, G.; LIMA, K. E. C. 2009. Science, Culture and Citizenship: Cross-Cultural Science Education. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 9, n. 3, p.1-15.

BAPTISTA, G. C.S. Importância da demarcação de saberes no ensino de ciências para sociedades tradicionais. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 3, p. 679-694, 2010. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-73132010000300012

BAPTISTA, G. C.S. 2014. Do cientificismo ao diálogo intercultural na formação de professor e ensino de ciências. **Interacções**, v. 10, n. 31, p. 28-53, 2014. DOI: https://doi.org/10.25755/int.6369.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1997.

BRASIL. **Decreto N. 6.040, de 7 de Fevereiro de 2007**. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Brasília: Diário Oficial da União.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução nº 466, para pesquisa envolvendo seres humanos**. Brasília: Conselho Nacional de Saúde, 2012.

CARVALHO, Virgínia Donizete de; BORGES, Livia de Oliveira; RÊGO, Denise Pereira do. Interacionismo simbólico: origens, pressupostos e contribuições aos estudos em Psicologia Social. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 30, n.1, p.146-161, 2010. DOI: https://doi.org/10.1590/S1414-98932010000100011.

CHISTÉ, Renan Campos; COHEN, Kelly de Oliveira. Determinação de cianeto durante as etapas da farinha de mandioca do grupo seca e d'água comercializadas na cidade de Belém-PA. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 2, n. 2, p. 96-102, 2008.

FAVARETO, José Arnaldo. **Biologia 2:** Unidade e Diversidade. São Paulo: FTD, 2018.

FAJER, Roberta Fernandes; ARAÚJO, Margarete Panerai; WAISMANN, Moisés. Importância do diário de campo nas pesquisas qualitativas com metodologia de história oral. In: Semana Científica Unilasalle (SEFIC), 12, 2016, Canoas (RS). **Anais...** Canoas: Unilasalle, p. 358-397, 2016.

FÉLIX, Tatiane da Silva Pires; FILHO, Irineu Aliprando Tuim Viotto. Processo de intimidação-timidez na construção da personalidade dos estudantes: reflexões sobre intervenções ludo-pedagógicas na escola. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 27, n. 3, p. 247-263, 2016. DOI: https://doi.org/10.14572/nuances.v27i3.3777.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia:** saberes necessários à prática educativa. 25ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

GARCEZ, Andrea; DUARTE, Rosalia; EISENBERG, Zena. Produção e análise de vídeo gravações em pesquisas Qualitativas. **Educação e Pesquisa**, v. 37, n. 2, p. 249-262, 2011. DOI: https://doi.org/10.1590/S1517-97022011000200003.

GODOY, Arlida Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995. DOI: https://doi.org/10.1590/S0034-75901995000200008.

ISE - International Society of Ethnobiology. **Who we are**. Disponível em: <http://www.ethnobiology.net/about/>. Acesso em: 06.04.2021.

MARTINS, Heloisa Helena T. de Souza. Metodologia qualitativa de pesquisa. **Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 2, p. 289-300, 2004. DOI: https://doi.org/10.1590/S1517-97022004000200007.

NASCIBEM, Fábio Gabriel; VIVEIRO, Alessandra Aparecida. Para além do conhecimento científico: a importância dos saberes populares para o ensino de ciências. **Interacções**, v. 11, n. 39, p. 285-295, 2015. DOI: https://doi.org/10.25755/int.8738.

NICHOLS Bill, **Introdução ao documentário**. Campinas: Papirus Editora, 2016.

PERES, Eldrinei Gomes.; YAMAGUCHI, Klenicy Kazumy de Lima. A farinha de mandioca e as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) como valorização do conhecimento tradicional no ensino de ciências. **Revista Insignare Scientía**, v. 3, n. 5, p. 439-455, 2020.

ROSA, Paulo Ricardo da Silva. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências. **Cadernos Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 1, p. 33-49, 2000.

SANTOS, Cleidilene de Jesus Souza; BRASILEIRO, Sidinéia Guimarães dos Santos; MACEL, Cilene Maria Lima Antunes; SOUZA, Ricardo Douglas de. Ensino de Ciências: Novas abordagens metodológicas para o ensino fundamental. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, número especial, p. 217-227, 2015. DOI: 10.5902/2236130820458.

SILVA, Tiago Roque Benetoli da; LEITE, Valdemir Espinosa; SILVA, Antonio Renan Berchol da; VIANA, Luiz Henrique. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura da mamona em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n 9, 2007. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000900018.

STEINER, Fábio; PIVETTA, Laércio Augusto; CASTOLDI, Gustavo; PIVETTA, Laerte Gustavo; FIOREZE, Samuel Luiz. Produção de rúcula e acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 6, n. 2, p. 230-235, 2011. DOI: 10.5039/agraria.v6i2a950

TEO, Tang Wee. Different perspectives of cultural mediation: implications for the research design on studies examining its effect on students' cognition. **Cultural Studies in Science Education**, v. 8, p. 295–305, 2013. DOI: https://doi.org/10.1007/s11422-012-9437-8.

VIEIRA, Renato Campos; MARTINS, Mariana Roncale. O uso de vídeos do gênero documentário em aulas de ciências naturais: uma janela para o real? In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 11, 2017, Florianópolis (SC). **Anais...** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, p. 1-7, 2017.

XAVIER, Antônio Roberto; LIMA, Liliane Araujo. Saberes tradicionais do cultivo da mandioca (Manihot esculenta) e a produção de farinha: estudo em Beberibe, Ceará. **Revista Cocar**, v. 14, n. 28, p. 781-801, 2020.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Galileu e o mito da torre de pisa: revisitando a temática em meios digitais educativos

Leonardo André Testoni*, Claudio Wagner Locatelli**,
Solange Wagner Locatelli***, Arthur Biasotto Caldeira Gomes****

Resumo

A utilização de episódios históricos no ensino de ciências representa uma estratégia com grande potencial pedagógico, sendo validada por muitos pesquisadores das comunidades científica e educacional, entretanto sua utilização sem as devidas cautelas, pode causar distorções nos fatos, trazendo uma visão de ciência linear, indutivista e individualmente erguida. Da mesma forma, a utilização de tecnologias no contexto pedagógico já demonstrou seu importante papel para a aprendizagem em ciências, ainda mais em um contexto pandêmico, onde o isolamento social faz com que meios digitais (MD) com fins didáticos, nesse artigo considerados como sites e plataformas educativas, estejam cada vez mais presentes nos ambientes escolares. Articulando tais vertentes, o presente artigo busca observar a inserção de episódios históricos em tais MD, especificamente, o controverso experimento que Galileu teria realizado na Torre de Pisa que, apesar de carecer de registros históricos fidedignos, continua no imaginário popular na educação em Física. Para tanto, analisamos sites e plataformas digitais de livre acesso na internet e que traziam o fatídico episódio como pano de fundo de seus conteúdos. Os resultados emergidos da análise trazem observações preocupantes, principalmente por se tratarem de meios com acesso livre e ampla repercussão nacional que, além de reforçar a ocorrência de um experimento sem registro historiográfico e com resultados discutíveis, trazendo uma visão equivocada de ciências, com simplificação de seus métodos e coletividade, perpetuando a existência de mitos fundadores em determinadas áreas de pesquisa.

Palavras-chave: Galileu, Queda de Corpos, História das Ciências, Meios Digitais, Ensino de Ciências.

* Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo. Professor Adjunto da Universidade Federal de São Paulo. Membro do grupo de pesquisa GEPECIM / PECME. E-mail: leonardo.testoni@unifesp.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9140-4788

** Doutorando em Ensino e História das Ciências e Matemática pela Universidade Federal do ABC. Professor Tutor da Universidade Brasil. Membro do grupo de pesquisa GEPECIM. E-mail: claudio.locatelli@ufabc.edu.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2143-9103

*** Doutora em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo. Professora Adjunta da Universidade Federal do ABC. Membra do grupo de pesquisa GEPECIM / PECME. E-mail: solange.locatelli@ufabc.edu.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7639-6772

**** Graduando em Física pela Universidade de São Paulo. E-mail: arthurbiasotto@usp.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6976-1620

https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.12745
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
Recebido em 12/07/2021 – Aceito em 05/01/2022
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

A utilização de novas tecnologias na educação é um tema já abordado há algumas décadas (VIEIRA JÚNIOR; MELO, 2021, p.34303). De acordo com os autores, o uso das tais novas tecnologias, no campo educacional, mistura-se com a inserção da informática no ambiente escolar, causando inovações que estão "intrinsecamente relacionadas a um conjunto de modificações sociais e econômicas".

Não só focando nos dispositivos, como computadores, celulares e tablets, a utilização mais abrangente das redes de internet possibilitou que muitas escolas, bem como seus alunos e docentes, conseguissem o acesso remoto a materiais didáticos interativos, disponibilizados em sites com viés educacional - as chamadas Plataformas ou Meios Digitais. De fato, para Lima (2001), a era da informação, que teve seu início na busca humana pela facilitação de tarefas repetitivas, é intensificada no ambiente educacional, com a realização de projetos cooperativos através da rede. Contribuindo com um estudo sobre a potencialidade das plataformas digitais, Boy e Garcia (2018) constataram que as mesmas podem servir de apoio do docente, "levando a aprendizagem além dos limites da sala de aula" (p.152).

Em uma análise mais atual, Santos Junior e Monteiro (2020) reforçam o fato de que a pandemia do novo coronavírus, iniciada no fim de 2019, trouxe a necessidade da utilização de plataformas digitais com uma frequência nunca antes alcançada, fazendo com que instituições de ensino e professores, com um tempo curto de planejamento, transpusessem os conteúdos a ser ensinados para o formato remoto emergencial, formato esse que acabou por incluir os sites e plataformas digitais como peça central no processo de ensino-aprendizagem (TESTONI, 2020).

Diante do contexto posto, as preocupações com as metodologias didáticas empregadas continuam válidas, agora também considerando-se um panorama digital. Assim, é necessário analisar com cautela as abordagens dadas, no contexto remoto, aos conteúdos educacionais trazidos, cuidando para que a transposição, entre os ambientes real e virtual, leve em consideração as especificidades pedagógicas (TESTONI, op.cit.).

Nessa vertente, interessou-nos observar a articulação dada aos conteúdos científicos nos citados sites e plataformas digitais com viés educativo, aqui denominados *meios digitais*. Mais particularmente, o presente artigo busca analisar a

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

forma como a temática relativa à queda livre é inserida em tais ambientes virtuais, constituindo-se de um conceito importante no Ensino de Física.

Para tanto, optamos por um enfoque histórico. Assim, em um viés mais específico, buscou-se analisar como as contribuições de Galileu Galilei (1564-1642) são trazidas nas plataformas, especificamente aquelas que reforçam (erroneamente) experimentos galieanos de abandono de graves do alto da torre de Pisa, evento esse não documentado, tampouco aceito pela análise historiográfica, conforme será exposto posteriormente.

Tal questionamento torna-se necessário, em nosso ponto de vista, exatamente pelo fato de reforçar uma visão whiguista[1] da História das Ciências, elencando mitos fundadores e cientistas geniais, que, sozinhos, teriam desenvolvido toda uma linha de pesquisa (FORATO; BAGDONAS; TESTONI, 2017). Partindo do pressuposto que tal prática traz uma visão deturpada do desenvolvimento do conhecimento científico, exporemos, a seguir, os referenciais teóricos que sustentam nossa análise.

Referenciais Teóricos

Meios Digitais Didáticos: plataformas e sites educacionais

Em pesquisas recentes, constatou-se que uma parte expressiva de estudantes considera o Ensino de Ciências da Natureza, mais especificamente a Área da Física, como desafiadora e de complexa compreensão, gerando um certo desconforto e desinteresse das áreas científicas (SILVA; ALMEIDA, 2020).

O uso de tecnologias digitais como forma de aproximação ao Ensino de Ciências, com a criação de ambientes interativos, com trocas de experiências, pode ser feito diretamente do computador do docente para o dispositivo eletrônico em que o aluno esteja fazendo uso, bastando haver uma conexão com internet para que aconteça. Nesse contexto, o uso dos meios digitais tem se demonstrado uma ferramenta eficiente e complementar, no processo de ensino-aprendizagem (SILVA; ALMEIDA, 2020), mesmo considerando-se as possíveis limitações inerentes ao processo utilizando-se desta ferramenta.

A Internet se constitui num meio que pode proporcionar importantes possibilidades pedagógicas. Pode ser um meio que permite a inter e a pluridisciplinaridade, oferecendo subsídios e trilhando caminhos para uma educação global, estimulando

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

e colocando em prática processos de tratamento da informação, dos conteúdos e programas de cada nível. A Internet ainda possibilita a utilização de ambientes apropriados para aprendizagem, ricos em recursos que proporcionam as mais diversas experiências pelo usuário (LUVIZOTTO; FUSCO; SCANAVACCA, 2010; VALENTE, 2000).

A utilização de ferramentas Web 2.0 dá a possibilidade de criação de ambientes de aprendizagem voltados para uma maior socialização, ou para minimizar os problemas, com uma gestão compartilhada das informações, bem como o uso e manutenção de uma memória coletiva. Neste contexto, podemos dizer que a Web 2.0 tem repercussões sociais e educacionais relevantes, que maximizam os processos de trabalho coletivo, de produção e circulação de informações, bem como a troca afetiva e a construção social de conhecimento apoiada pelas TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) (LUVIZOTTO; FUSCO; SCANAVACCA, 2010).

Com o surgimento de websites surge concomitantemente a questão de seu processo de construção. A estruturação das informações em websites na Internet é fundamental para que estas possam ser assimiladas e compreendidas pelos usuários, uma vez que somente o fato de serem apresentadas não é capaz de causar o mesmo efeito de aprendizagem (COLOMBO, 2001; LUVIZOTTO; FUSCO; SCANAVACCA, 2010).

Os avanços tecnológicos da informação e comunicação (TICs), mais especificamente a partir dos anos 1990, com a popularização da Ciência e da internet, proporcionaram o aparecimento de modelos mais robustos de negócios baseados em sites e plataformas digitais. Nesse sentido, o presente artigo traz a definição de meios digitais didáticos, sendo estes classificados como sites educativos ou plataformas educacionais, podendo entender a concepção de plataformas como sistemas baseados em um software extensível que fornece a funcionalidade central compartilhada por "aplicativos" que operam com ele e as interfaces por meio das quais eles operam entre si (SANTOS; SARAIVA; BIDÁ, 2020; TAUSCHER; LAUDIEN, 2018).

Assim, o meio digital liga diretamente a sensação de ter voz, como a opinião, por exemplo, com a maior proximidade (presença) e as formas de saber (aprendizagem). Os aparelhos digitais trazem com eles uma nova forma de explorar o mundo, e de certa forma uma obrigação ao trabalho e à aprendizagem. Diminuindo distâncias, o meio digital pode ser um modo de presença, de favorecimento ao presente imediato. Por outro lado, meios mais tradicionais de comunicação, como o rádio e a televisão, que por muito tempo foram meios de comunicação em massa, ficaram de certa forma

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

obsoletos, pois os meios digitais como blogs e redes sociais liquidam a mediação da comunicação de forma quase imediata. Todos nós produzimos e enviamos informações, diminuindo até o poder dos jornalistas e de outros formadores de opinião. Hoje, nos meios digitais, cada qual quer estar diretamente presente e apresentar, sem intermediários, a sua própria opinião, e até mesmo apresentar conteúdos (DRAVET; CASTRO, 2019), o que vemos como algo que requer cuidado por partes dos usuários.

Os meios de comunicação, que em períodos anteriores se mostravam pouco eficientes e lentos, foram abrindo espaço face às novas tecnologias e meios digitais. Existe uma maior comodidade na obtenção da informação, e o ambiente acadêmico, incluindo escolas e universidades não ficaram de fora disso. Um diálogo maior começa a ser criado entre professores e estudantes nos ambientes e meios virtuais, porém a distância física ainda é um desafio a ser superado pelas instituições de ensino. Livros e cadernos aos poucos sendo substituídos por tablets, smartphones, notebooks, entre outras ferramentas, proporcionando o acesso ao conteúdo por meio dos meios digitais (LOPES; CASTRO, 2015; MUGNOL, 2009).

Sites e plataformas educacionais foram diretamente afetadas após a popularização da Educação à Distância (EAD). A adoção de cursos on-line abertos em alta escala, aumentando a acessibilidade ao conhecimento, apresentando em seus formatos, cursos com espaço e tempo próprios, não necessitando de um cronograma fechado (KAPLAN; HAENLEIN, 2016). No formato mencionado, podemos citar como exemplo, uma plataforma que vem sendo utilizada com grande amplitude que é a "Khan Academy".

A título de exemplificação, Locatelli *et al.* (2020) afirmam que a organização sem fins lucrativos Khan Academy foi criada em 2006 por Salman Khan, onde apresenta um conjunto de recursos educacionais on-line, acessados pela rede internacional de computadores, a Internet, onde considera conteúdos específicos, com estratégias de ensino, com a utilização de elementos da aprendizagem socioemocional na promoção de um ambiente virtual. Ainda possibilita ao professor o planejamento, bem como o acompanhamento de atividades educativas, por meio da análise de dados de desempenho dos estudantes. Segundo informações disponibilizadas no site, essa plataforma faz uso de aspectos da inteligência artificial para que os dois níveis de usuários, professor e estudante, possam utilizar de listas de exercícios, videoaulas e artigos sobre diversos conteúdos, com a intenção de promover e acompanhar a aprendizagem (pessoal, do outro e ainda o coletivo) e propiciar o desenvolvimento da autonomia.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

De acordo com Souza (2015) o uso de meios e tecnologias digitais devem vir acompanhadas de uma maior capacitação docente, pois os meios digitais e tecnológicos ainda precisam ser desmistificados pela maioria dos professores. Nesse sentido, a instituição de ensino deve ter papel *sine qua non* na formação desses docentes, para que o processo de ensino e aprendizagem se apresente de forma clara, aperfeiçoada e qualificada. Lisboa (2013) nos remete à reflexão de que, para que haja um trabalho bem sucedido, é fundamental o comprometimento da instituição de ensino e corpo docente, remetendo ao planejamento a sistematização do uso dos meios digitais e ferramentas tecnológicas, para entender o sentido e efeito que cada um deles pode causar em sala de aula.

História das Ciências e o Ensino: síntese de alguns elementos estruturantes

Desde meados do século XX, as discussões historiográficas focalizaram com mais atenção a problemática específica das Ciências. Até então, a História das Ciências (HC) possuía uma visão mais positivista, contemplando apenas as fontes escritas oficiais e relatando os conhecimentos de determinadas civilizações de forma desarticulada e isolada. Assim como nos aponta Magalhães (2018), a visão positivista deve ser superada, pois, entre outras características, (a) trata a ciência como a mais alta atividade humana e essa deveria comandar a análise historiográfica; (b) aborda a HC de forma geral, mas longe de um caráter interdisciplinar; (c) trata a ciência como neutra, pacificadora e internacionalista e (d) desconsidera as revoluções científicas, considerando que as verdades novas absorveriam as antigas.

Com o surgimento da Escola de Annales[2], em 1929, as análises historiográficas tornam-se mais amplas, considerando uma gama maior de fontes históricas e tentando trazer a complexidade do episódio histórico, cuja interpretação dependeria de uma composição articulada de vestígios trazidos por tais fontes.

Dessa forma, a História e Filosofia das Ciências passa, também, por uma mudança analítica, procurando, além de centrar o foco observacional na evolução do conteúdo científico, propriamente dito, interpretar o entorno cultural que permeia tal evolução, dando importância aos contextos sócio-históricos e, consequentemente, ao papel humano na construção científica (MATHEWS, 1994).

Nessa linha de raciocínio, Mathews (op.cit.), também afirma que tal enfoque da HC torna-se importante para sua articulação com o ensino de ciências, haja vista

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

que a possibilidade de sua utilização dialoga com o desenvolvimento dos conceitos técnico-científicos em um caráter mais amplo, podendo contribuir para um processo mais significativo de alfabetização científica.

Nesse sentido, a historiografia das chamadas revoluções científicas, mesmo com o afastamento de visões mais positivistas, em um primeiro momento ainda se encontrava muito presa às alterações dos conceitos científicos, em si, como proposto por Alexandre Koyré, caracterizando uma visão mais internalista (SILVA, 2010). Para a autora, a visão externalista, ou seja, a necessidade de se considerar o contexto cultural como influenciador da evolução da ciência, perpassa, principalmente, pelas obras de Thomas Kuhn, propondo-se um equilíbrio entre internalismo e externalismo, na construção da narrativa histórica das Ciências.

Ressalta-se, portanto, que a História das Ciências pode auxiliar na compreensão da linguagem própria da atividade científica, nos levando à ontogênese e à filogênese de cada conceito científico. Sabemos que a Ciência é um processo de constituição do saber erudito com suas dimensões sociais, econômicas, políticas e sociais, e através dos documentos históricos podemos utilizar os conteúdos históricos da Ciência para enriquecimento do que se está ensinando e aprendendo (VIDAL; PORTO, 2011), uma vez que é a partir do estudo destes documentos que se torna possível pesquisar e compreender o desenrolar da ciência, a história das ciências (MARTINS, 2001).

Nesse sentido, ainda trazemos as contribuições de Peduzzi (2001), para quem a História das Ciências é fundamental para lidar com a problemática das concepções alternativas, mediante a humanização do caminho percorrido pelas ideias científicas, justificando o produto final apresentado.

Entretanto, para que tal abordagem possa ser realizada, é importante atentar-se para elementos específicos desse campo do conhecimento. Como nos aponta Porto e Vidal (ibidem, p.2),

> Nas décadas de 1960 e 1970, foram utilizados alguns termos para fazer referência à história da ciência recontada pelos livros didáticos, entre os quais pseudo-história e quasi-história – sendo que ambos fazem referência à história Whig, discutida pelo historiador da ciência Herbert Butterfield décadas antes.

O termo *história whig*, cunhado por Butterfield (1965), remonta à construção de uma narrativa histórica com base na versão única daqueles que se destacaram em determinados episódios passados. Ou seja, a interpretação whiguista refere-se

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

a relatos de, apenas, revoluções bem sucedidas, com ênfase na ratificação ou glorificação do presente.

> O termo provém do antigo partido político inglês, dos *Whigs*, que se contrapunha, desde o final do século XVII, ao rival, *Tories*. Em termos gerais, os *Whigs* defendiam uma monarquia constitucional em oposição ao absolutismo monárquico, defendido pelos *Tories*. A história dessas tendências, tornadas partidos em meados do século XVIII, envolve uma longa trajetória de contraposição, não apenas em favor do parlamento ou da monarquia, mas em favor de Protestantes ou da Igreja da Inglaterra, de diferentes dinastias em disputa pelo trono inglês, em favor de nobres da província ou da corte, da liberdade ou não do comércio, da abolição ou não da escravatura (PRESTES, 2010, p.3).

Desse modo, para a autora, a narrativa whig busca a caracterização de um triunfo progressista de algumas instituições representativas, revelando um anacronismo intrínseco, "acompanhado de uma interpretação linear, em um caráter hagiográfico" (ibidem, p.3). Sobre esse viés, Porto e Vidal (2011) ainda buscam subdividir a interpretação whig da história em outras duas imprecisões: *a pseudo-história e a quasi-história*.

Para Whitacker (1979), a pseudo-história pode ser compreendida como uma simplificação do processo histórico, uma seleção de fatos, com a finalidade de se ensinar conceitos científicos, transformando a dinâmica do processo em um fluxo linear e que, portanto, não deve ser caracterizado como história. Apesar de movimentos iniciados nos anos 1970, que defendiam que professores de ciências deveriam utilizar a pseudo-história em suas aulas, pois tal abordagem seria o suficiente para o aprendizado científico (ver KLEIN, 1972; BRUSH, 1974, e.g.), uma visão historiográfica mais moderna procura articular os episódios históricos com os diversos objetivos pedagógicos, defendendo recortes, porém sem perder o caráter multidisciplinar, humano e não linear do desenvolvimento científico (FORATO; BAGDONAS; TESTONI, 2017).

Nesse viés, ressalta-se que, enquanto a pseudo-história reflete em uma simplificação historiográfica exagerada, a quasi-história implica em uma distorção da história, realizada para dar sentido a fatos científicos, normalmente com o objetivo de uma pretensa facilitação acerca da compreensão de um fenômeno. Como exemplo, Porto e Vidal (2011) citam o caso dos primeiros estudos sobre Mecânica Quântica, por parte de Max Planck, que, frequentemente são considerados como uma forma posterior de explicar as proposições de Raylegh e Jeans para a radiação do corpo

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

negro (entretanto, os estudos de Planck foram realizados antes do ajuste de curva feito por Jeans).

Dessa forma, à guisa de síntese, Porto e Vidal (op.cit., p. 4), em análise crítica sobre o trabalho de Withacker, consideram que

> [Withacker] estabeleceu uma distinção entre quasi-história e a pseudo-história, sendo que a definição desta última ele atribuiu a Klein. Segundo Whitaker, a pseudo-história seria aquela na qual os fatos são selecionados, com a finalidade de ensinar conceitos científicos – mas resultando em algo que deixa de ser história. Aparentemente, a principal diferença que Whitaker via entre as duas é que a pseudo-história seria uma simplificação da história (sendo menos danosa para o ensino de ciências), enquanto que a quasi-história seria uma distorção da história.

Nessa análise, os autores ainda consideram que a quasi-história parece ignorar os fatos sociais ligados à ciência, apresentando o surgimento de novos conceitos como algo trivial ou místico, com pronta aceitação da comunidade e longe de erros ou imprecisões. Nessa abordagem, reforçando a visão whiguista, a história é escrita com base nos conhecimentos que foram aceitos e permaneceram na comunidade científica, com uma intencionalidade clara de organizar (anacronicamente) os conhecimentos no tempo presente.

Os conceitos aqui trazidos são fundamentais para uma análise historiográfica mais fidedigna e articulada com o ensino de ciências. Nesse artigo, particularmente, focaremos a compreensão do desenvolvimento das ideias de Galileu no tocante à queda de graves e sua transposição pedagógica para materiais didáticos contidos em plataformas digitais.

Galileu, a queda de corpos e o mito da torre de Pisa

Galileu Galilei, notadamente, é um dos nomes mais citados quando nos referimos ao desenvolvimento da ciência moderna. Com sua obra intimamente ligada à revolução científica do século XVII (MARICONDA; VASCONCELOS, 2021), Galileu trouxe inegáveis contribuições na análise da resistência de materiais, dos movimentos e da astronomia, por exemplo. Pode-se inferir que

> [Galileu traz] uma mudança intelectual radical, cujo produto e expressão mais genuína foi o nascimento da ciência moderna [...] é considerado o fundador da física clássica, que passará a ser desenvolvida na direção de teorias físico-matemáticas dos fenômenos naturais (ibidem, p. 331-333).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

De fato, Mariconda e Lacey (2006) elencam, no trabalho galileano, características fundamentais que o ligam à modernidade científica, a saber: (a) centralidade da ação prática e instrumental, (b) união entre ciência e técnica, (c) matematização da natureza, (d) autonomia da ciência e (e) universalidade do método científico. Nessa linha, portanto, Mariconda e Lacey (ibidem) caracteriza, em síntese, a atitude científica galileana como uma busca de regularidades matematicamente expressadas nos fenômenos, as chamadas leis da natureza, além do método de cientificar-se de sua verdade através da realização de experimentos.

Por suposto, é importante ressaltar que, apesar do notório volume de trabalhos desenvolvidos, imputar a Galileu a criação do método experimental é, minimamente, uma whiguista, haja vista tratar-se de um processo histórico-social, que depende do concurso de outros agentes, com colaboração e organização em um sentido mais coletivo de desenvolvimento.

Tal caracterização, em um contexto ainda próximo da idade média, faz-nos compreender, também, a tortuosa caminhada de Galileu, ao defender uma atitude mais ativa e menos contemplativa do homem, em relação à natureza. Segundo Hessen (1993), as universidades, nos séculos XVI e XVII, defendiam uma visão aristotélica de mundo, combatendo, juntamente com a igreja católica, as ideias científicas que floresciam, pois "aquilo que não se encontrava em Aristóteles [...] simplesmente não existia" (p.45); o negacionismo escolástico era justificado com alegações de imprecisão ou defeitos nos instrumentos de observação/medidas recentemente criados.

Desse modo, a doutrina de Aristóteles, que parecia unir-se de forma coerente com a teologia católica, ainda permanecia como base da educação universitária (cf. MARICONDA; LACEY, 2006), apesar das novas ideias terem, ainda que timidamente, interesse de outras classes[3].

Apesar do escopo do presente artigo não seguir por uma linha de revisão biográfica acerca de Galileu, o contexto trazido até então é de suma importância para a compreensão de um dos pontos mais lembrados na trajetória profissional do ilustre florentino: a análise da queda de corpos.

Sistematizada na obra *Duas Novas Ciências,* cujo original em italiano, datado de 1638, é *Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno à due nuove scienze*, as quedas sob a ação gravitacional encontram-se como parte integrante de uma nova ciência, a chamada ciência do movimento, detalhada no *tratado do movimento local (de motu locali),* que aborda os movimentos uniformes, movimentos uniformemente

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

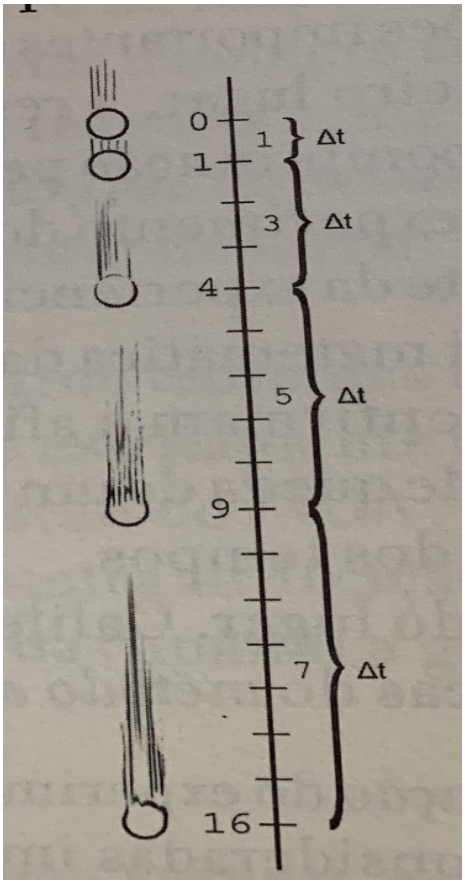
acelerados e movimento de projéteis, trazendo elementos do que hoje denominamos cinemática clássica.

Inserida na terceira jornada da obra citada, Galileu, após analisar movimentos retilíneos e pendulares, traz, em seu Teorema II, a enunciação da lei matemática da queda dos corpos:

> Teorema II - Proposição II
> Se um móvel, partindo do repouso, cai com um movimento uniformemente acelerado, os espaços por ele percorridos em qualquer tempo estão entre si na razão dupla dos tempos, a saber, como os quadrados desses mesmos tempos. (GALILEI, 1988, p.170)

Tal lei pode ser ilustrada pela figura 1:

Figura 1: Esquema que ilustra a relação entre distância percorrida e tempo gasto por um corpo em queda livre



Fonte: MARICONDA, VASCONCELOS, 2021, p. 307.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

O presente teorema ainda possui dois corolários, sendo que o primeiro apresenta o fato de que os espaços percorridos em tempos iguais e sucessivos estão entre si como os números ímpares 1, 3, 5, 7,... enfatizando o caráter experimental do trabalho galileano, Mariconda e Vasconcelos (2021) p.308, afirmam que

> [Galileu] confirma esse resultado com o experimento do plano inclinado [...] mostra(ndo) a importância por ele atribuída à comprovação pela experiência e o resultado obtido pelo Teorema II, [...] trazendo uma nova mentalidade científica do século XVII.

Apesar do próprio Galileu trazer o fato de ter comprovado experimentalmente sua lei de queda dos corpos por meio do experimento do plano inclinado, ainda existem, talvez devido a esse inovador caráter experimental trazido no trabalho galileano, alguns mitos históricos a ele atribuídos, como, por exemplo, o fato do experimento da queda de corpos ter sido realizado na Torre de Pisa.

O suposto ato experimental associa-se com o fato de Galileu, em seu período como professor de matemática, na Universidade de Pisa (1589-1592),

> ter feito outra descoberta importante, ao constatar que o peso não determina a rapidez das quedas [...] refuta a tese aristotélica de que a velocidade de queda dos corpos é proporcional a seus pesos[4], ou seja, que um corpo, por exemplo, dez vezes mais pesado que outro, cai dez vezes mais rapidamente (MARICONDA; VASCONCELOS, 2021, p. 29).

Além do exposto, junta-se ao contexto um relato escrito por um aluno de Galileu, Vincenzio Viviani, em 1654 (quase 60 anos após o período pisano e 12 anos após a morte de Galileu), no qual, em meio a uma biografia de seu mestre, a refutação é empossada com caráter heróico, com Galileu deixando cair, simultaneamente, corpos de mesmo material e pesos diferentes e

> para espanto da audiência, que esperava segundo a suposição aristotélica [...] [Galileu] revelou que todos se movem com a mesma velocidade, demonstrando isso com repetidas experiências com a participação de outros professores, filósofos e de toda a estudantada (VIVIANI, 1992 [1654] apud MARICONDA; VASCONCELOS, 2021, p. 30).

Apesar da dinâmica narrativa de Viviani, e trazer a figura de um herói, muito comum nas biografias da época (ALVES, 2019), historiadores das Ciências questionam a veracidade dos fatos, afinal, mesmo com "a presença de outros professores, filósofos e toda estudantada", não existem registros oficiais do grandioso experimento na Universidade de Pisa, tampouco em registros do próprio Galileu. Ainda para o autor, mesmo com Viviani não tendo presenciado os fatos, sua descrição eufórica acabou por contagiar estudiosos posteriores, sendo a citada experiência reverenciada como marco

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

do início da ciência moderna e, erroneamente, relatada em diversos materiais didáticos destinados à escola básica e universidades atuais, sendo, inclusive, lembrada como um "dos mais belos experimentos de Física" (CREASE, 2002 apud ALVES, 2019).

Colaborando com a manutenção desse mito fundador da ciência moderna, Gregory (1917, p. 2), em uma visão romantizada, narra os fatos:

> Esse homem intrometido, Galileu, deve ser suprimido, murmuraram os membros da universidade ao saírem da praça. Ele acha que, ao nos mostrar que uma bola pesada e uma leve caindo simultaneamente no chão, pode abalar nossa crença [aristotélica] que ensina que uma bola pesando cem libras[5] cairia cem vezes mais rápido que uma pesando uma libra.

Por outro lado, corroborando com o combate ao misticismo envolto nesse suposto episódio, citamos Koyré (1988), que, além de considerar que o relato de Viviani não tem base histórica, cita o trecho de uma carta trocada entre Vincenzo Renieri e seu mestre Galileu, informando a este último sobre experimentos realizados na Torre de Pisa:

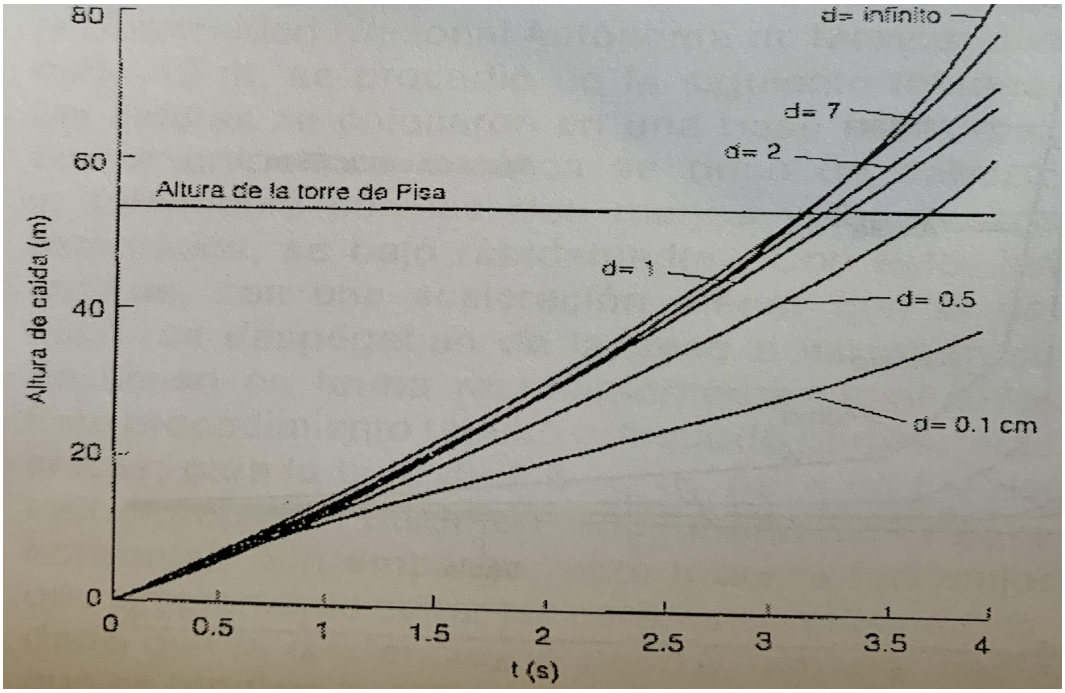
> [...] fizemos experimento de dois pesos caindo de uma altura [...] de madeira e de chumbo, mas do mesmo tamanho [...] do cume do campanário da catedral, entre a bola de chumbo e a bola de madeira, ocorre [...] diferença. Experimentos feitos com duas bolas de chumbo, uma do tamanho igual a uma bala de canhão e outra do tamanho de uma bala de mosquete [...] viu-se que a maior precede a pequena de um palmo. (RENIERI, apud KOYRÉ, 1988, p. 222).

De posse do excerto acima, além de ser possível inferir acerca da não realização do experimento da Torre de Pisa por Galileu (haja vista que seu aluno o informava de que o experimento estava sendo realizado por outras pessoas), levanta-se o questionamento sobre os possíveis resultados visíveis nesse aparato. De fato, no século XVII, ainda não era possível soltar corpos em queda efetivamente livre, ou seja, no vácuo. Os resultados obtidos atualmente confirmam as leis propostas por Galileu, porém, ao realizarmos os experimentos em condições similares às tidas na época, os resultados poderiam, inclusive, gerar uma confiança ainda maior na teoria aristotélica.

Alves (2019), Aldape (1993) e Casper (1977) representam alguns exemplos de replicações do suposto experimento da Torre de Pisa. Ao realizarmos tal experimento, com a altura adequada à torre, é possível, a olho nu, observar diferenças entre corpos com massas diferentes abandonados em queda[6]. A resistência do ar, portanto, possui um importante papel na análise do fenômeno (ver figura 2) e, se de fato realizado na época galileana, os resultados poderiam facilitar uma refutação às próprias ideias de Galileu.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Figura 2: Diferenciação do tempo de queda de corpos de mesmo material, porém com tamanhos diferentes, sob resistência do ar



Fonte: ALDAPE, 1993, p. 47.

Portanto, torna-se mais plausível a visão defendida por Mariconda e Vasconcelos (2021), para quem os experimentos de queda controlada, realizados (e registrados) por Galileu em planos inclinados e com pêndulos simples, permitiram chegar aos resultados aceitos atualmente pela comunidade científica e que geraram dúvidas nas concepções aristotélicas à época.

A seguir, exporemos o percurso metodológico adotado nesta investigação, com base na abordagem historiográfica adotada até aqui, observando como o mito da torre de Pisa comparece nas plataformas digitais e sua influência no ensino de Física.

Percurso Metodológico

O presente trabalho é parte integrante de um projeto maior de pesquisa, que investiga a utilização de meios digitais na educação básica. A aproximação com os dados caracterizou tal pesquisa como de caráter qualitativo (LUDKE; ANDRÉ,

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

2011). Tal abordagem origina-se da necessidade de fundamentação metodológica em trabalhos na área de ciências sociais aplicadas, onde as informações necessárias para a investigação necessitavam de uma análise menos quantitativa e mais focada no teor dos conteúdos e discursos analisados.

Para Zanette (2017, p. 2),

> No Brasil, as abordagens das pesquisas qualitativas configuram-se, como enfoque metodológico, a partir da década de 1970, devido às concepções epistemológicas interpretarem a realidade de forma distorcida nas suas metodologias. Além da preocupação da metodologia em Ciências Humanas e em Educação, chega-se, neste caminho percorrido historicamente, a avistar a preocupação com o método mais do que com o problema a ser estudado no contexto da educação.

Dessa forma, procuramos aqui uma linha de imersão nos meios digitais, que nos possibilitasse classificar e interpretar as informações existentes nos materiais propostos pelos sites e plataformas, fazendo-nos crer que uma análise metodológica baseada na Análise de Conteúdo - AC (BARDIN, 1995) tenha as características necessárias para abarcar os dados oriundos de nossas fontes.

Amparados pelos princípios da AC, a sistematização da análise dos dados passou pelas etapas de pré-análise, exploração dos materiais e tratamento dos resultados, propriamente ditos. Dessa forma, inicialmente e para o artigo em tela, optamos por um recorte para constituição do *corpus* do estudo, optando pela análise de três meios digitais que apresentavam um viés educativo e abordavam a temática da queda de corpos, sob a óptica dos trabalhos galileanos. Além desses critérios, procuramos diversificar o formato das fontes observadas, entre sites e plataformas com acessos variados, nomeando-as pela sigla MD_i, com $1 \leq i \leq 3$, cada uma possuindo a seguinte caracterização:

a) MD_1: site educativo de livre acesso na internet, acessado após pesquisa na rede com os termos “Galileu”, “Queda de Corpos”.
b) MD_2: site educativo de livre acesso na internet, acessado após pesquisa na rede com os termos “Galileu”, “Queda de Corpos”.
c) MD_3: plataforma digital, de livre acesso na internet e de amplo uso no Brasil e no mundo, principalmente na área de matemática. Recentemente, incluiu conteúdos relativos a Ciências da Natureza.

Com o *corpus* determinado, realizamos a imersão nos materiais selecionados, propondo aproximações entre os conteúdos encontrados, conforme exposto a seguir.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Apresentação e Análise dos Resultados

Com o objetivo de facilitar a compreensão da análise, a seguir, iniciaremos a apresentação dos resultados, separadamente, em cada meio digital, para, na sequência, estabelecer categorias *a posteriori*.

Meio Digital 1 (MD_1)

O primeiro meio digital a ser analisado (acessado em 08 de julho de 2021) trata-se de um site de livre acesso, associado a provedor de grande repercussão no território brasileiro. Conforme já exposto, tal MD encontrava-se na primeira página de busca, após realização de pesquisa na rede utilizando os termos "Galileu" e "Queda de Corpos". O autor do conteúdo já inicia a abordagem ao fenômeno citado:

> *Quando estudamos, em mecânica, a queda livre dos corpos, sempre mencionamos o experimento de Galileu Galilei. Por volta do século XVII, o físico Galileu Galilei através de um experimento, chegou à conclusão de que quando dois corpos de massas diferentes, desprezando a resistência do ar, são abandonados da mesma altura, ambos alcançam o solo no mesmo instante.*

Apenas nesse trecho, já podemos identificar alguns elementos de interesse acadêmico. Nota-se que o experimento de Galileu é colocado como uma espécie de mito fundador do estudo da queda de corpos, não se abordando quaisquer outros estudiosos que também estudaram o fenômeno, como, por exemplo, Niccolò Cabeo (ALVES, 2019).

Ainda nesse excerto, observa-se uma caracterização linear e whiguista da ciência (FORATO; BAGDONAS; TESTONI, 2017), (BUTTERFIELD, 1965, i.e.), ao inferir que, com um único experimento, Galileu, em um surto de genialidade, desenvolve toda uma teoria sobre a queda de corpos. Ademais, como já apontado por Aldape (1993) e Casper (1977), a replicação do suposto experimento não permite identificar corpos de massas diferentes chegando juntos ao solo, após serem abandonados de uma mesma altura simultaneamente. Conforme os autores expõem, a resistência do ar afetará sobremaneira o movimento, fazendo com que ocorra uma diferença entre os instantes em que os corpos alcançam o solo.

Na continuidade do texto eletrônico, o site, em uma aparente tentativa de relativizar o tratamento dado inicialmente, alega que Galileu repetiu várias vezes o citado experimento:

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

> Conta a história que Galileu foi até o topo da Torre de Pisa, na Itália, e de lá realizou experimentos para comprovar sua afirmativa sobre o movimento de queda dos corpos. Ele abandonou várias esferas de massas diferentes e percebeu que elas atingiam o solo no mesmo instante.

O episódio acima busca trazer um discurso de autoridade ("Conta a história que Galileu foi até o topo da Torre de Pisa[...]"), afirmando que a "história" confirmaria a realização do suposto experimento, apesar de não existirem registros que fundamentam, de um ponto de vista historiográfico, a realização de tal experimento (MARICONDA; VASCONCELOS, 2021).

Apesar de uma leve divergência do escopo desse artigo, gostaríamos de colocar aqui a continuidade do texto desse primeiro meio digital, onde o autor propõe uma "forma simples de mostrar esse experimento", supostamente galileano. Para tanto, é proposto que o aluno/ leitor abandone de uma certa altura (não se explicita o valor), simultaneamente, um apagador e uma folha de papel fechada. Segundo o site,

> Agora fica mais fácil explicar o experimento de Galileu referente ao movimento dos corpos em queda livre. Mesmo com a presença de ar no meio onde será realizado o experimento é possível provar que o corpo mais pesado sempre alcançará o chão primeiro. Isso porque a atração gravitacional exercida pela Terra nos corpos que estão em sua proximidade é sempre a mesma, ou seja, aproximadamente 9,8m/s^2.

Em uma aparente contradição, o conteúdo trazido vai contra as proposições galileanas, ao afirmar que corpos mais pesados sempre alcançarão o chão primeiro, contradizendo as ideias trazidas anteriormente que, apesar de historicamente distorcidas, traziam a lei física da queda de corpos de maneira correta. Tal contradição torna-se ainda maior, quando o autor explica que ambos os corpos estariam sujeitos à mesma aceleração gravitacional.

Meio Digital 2 (MD_2)

O segundo meio digital analisado também é caracterizado como um site de livre acesso na internet, com viés educativo e apresentado também na primeira página de busca, após a inserção dos termos "Galileu" e "Queda de Corpos" na pesquisa on-line.

O texto inicia com uma contextualização histórica acerca do trabalho galileano com pêndulos.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

> Ao realizar novos experimentos com pêndulos, Galileu verificou que o tempo de oscilação do pêndulo não depende do peso do corpo que está preso na extremidade do fio, ou seja, o tempo é o mesmo tanto para um corpo leve quanto para um corpo pesado. Essa descoberta fez com que Galileu imaginasse que uma pedra leve e outra pesada oscilando na extremidade de um fio, gastavam o mesmo tempo para ir da posição mais alta para a posição mais baixa

De um ponto de vista historiográfico, o texto, que objetivava abordar a queda de corpos, introduz a temática de maneira coerente, afinal, conforme nos aponta Mariconda e Vasconcelos (2021), a lei da queda dos corpos foi, paulatinamente, desenvolvida a partir de experimentos controlados com planos inclinados e pêndulos.

Entretanto, na continuidade do artigo, o autor do site expõe que

> Sabendo que o movimento do pêndulo e a queda livre são causados pela ação da gravidade, Galileu disse e comprovou, na Torre de Pisa, que se duas pedras de diferentes massas fossem abandonadas livremente da mesma altura, ambas gastariam o mesmo tempo para alcançar o solo. Essas conclusões eram contrárias às conclusões e ensinamentos de Aristóteles.

Novamente, deparamo-nos com a citação de que Galileu teria comprovado a lei de queda dos corpos, realizando um suposto experimento na Torre de Pisa. Conforme já exposto, ainda que tal experimento tivesse sido realizado, mesmo contra a inexistência de registros históricos que atestariam tamanho feito acadêmico (CREASE, 2002 apud ALVES, 2019), o resultado do experimento, conforme exposto por Aldape (1993, i.e.), seria duvidoso em relação a uma refutação aristotélica.

Como fechamento da explanação, o site ainda relaciona a realização do experimento da Torre de Pisa com o fato de que, por ele,

> [...] Galileu [ficou] conhecido como o pai da experimentação e considerado o precursor da revolução na Física a partir do século XVII.

Esse último excerto nos remete à necessidade, em uma visão whiguista de história (BUTTERFIELD, 1965), da criação de um mito fundador, elevando Galileu em um patamar de genialidade, ao enunciar a lei da queda de corpos de forma linear e sem a existência de erros e percalços em seu trajeto acadêmico.

Além disso, os fatos históricos são deturpados, ao se colocar Galileu como sendo considerado o "pai da experimentação" e "precursor da revolução na Física" pelo autor do site, incentivando uma visão individualista de desenvolvimento científico, omitindo o trabalho coletivo e colaboração, comprovada através da troca de cartas entre os pesquisadores da época (cf. ALVES, 2019; KOYRÉ, 1988).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Ademais, citar a existência de uma "revolução na Física" implica em uma imprecisão anacrônica, já que favorece a interpretação de que já existia uma Física, que seria, então, revolucionada. É importante ressaltar que a Física, enquanto ciência, se desenvolveria, da forma como a conhecemos modernamente, a partir da revolução científica do século XVII (KOYRÉ, 1982; SILVA, 2010).

Meio Digital 3 (MD_3)

O terceiro meio digital analisado constitui uma plataforma educativa, de livre acesso e amplamente utilizada em escolas do Brasil (e no mundo), e possuidora de sequências didáticas envolvendo diversos conteúdos, desde os anos iniciais do ensino fundamental até o ensino superior. Devido a essa ampla inserção da plataforma no campo educacional, optamos por sua análise, apesar de uma breve citação à temática do presente artigo.

Na página inicial, é possível efetuar uma busca de conteúdos pela plataforma, na qual inserimos os termos "Galileu" e "Queda de Corpos", localizando-se uma sequência específica sobre o assunto. Apesar de tal sequência encontrar-se com parte de um curso de computação, a temática abordada traz a queda de corpos e, já no início, aborda o controverso experimento da Torre de Pisa.

> Se você subir (*sic*) até o topo da Torre de Pisa e soltar duas bolas com massas diferentes, qual tocaria o solo primeiro? De acordo com a história, Galileo fez exatamente esse teste em 1589, e descobriu que elas caem com a mesma aceleração, tocando o solo no mesmo momento.

O pequeno excerto acima baseia todo o restante da sequência proposta, trazendo, mais uma vez, um fato histórico não registrado (KOYRÉ, 1988) como prova inconteste sobre a lei da queda de corpos. Nota-se que a simplificação é ainda maior, haja vista que o texto infere que a experiência foi realizada uma única vez, com duas bolas de massas diferentes, colaborando para uma visão enviesada dos métodos utilizados em ciências, dos cujos Galileu muito contribuiu (MARICONDA; VASCONCELOS, 2021).

À Guisa de Sistematização

Após a realização da análise de conteúdo, efetuada de maneira separada entre os meios digitais fontes dessa pesquisa, torna-se importante, em nosso ponto de vista, uma sistematização no tratamento dos resultados encontrados.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

De maneira geral, identificamos excertos que pudessem contribuir com a temática da investigação realizada, os episódios de interesse acadêmico (TESTONI; ABIB, 2014). Tais episódios, ao serem abordados em uma análise comparativa, permitiram-nos criar, ao menos, quatro categorias acerca da errônea utilização do mito da Torre de Pisa em meios digitais, que se encontram sintetizadas no quadro a seguir (Quadro 1), juntamente com uma breve descrição, bem como exemplos para facilitar seu entendimento.

Quadro 1: Categorias *a posteriori* emergidas da análise

	Categoria	Descrição	Exemplos
1	Construção individualista nas Ciências	As Ciências são vistas como construção individual de um único ser humano, que em episódios de genialidade, desenvolvem linhas de pesquisas inteiras.	*[...] sempre mencionamos o experimento de Galileu Galilei. (MD_1)* *Galileu disse e comprovou, na Torre de Pisa [...] (MD_2)* *[...] o precursor da revolução na Física a partir do século XVII. (MD_3)*
2	Discurso histórico de autoridade	Apesar da inexistência de registros históricos que atestem a ocorrência do experimento da Torre de Pisa por Galileu, a "História" é utilizada como um ente que emite confiabilidade na afirmação posta.	*Conta a história que Galileu foi até o topo da Torre de Pisa, na Itália, e de lá realizou experimentos [...] (MD_1)* *De acordo com a história, Galileo fez exatamente esse teste[...] (MD_3)*
3	Visão simplificada dos métodos científicos	Ignorando todo um trabalho sistemático, rigoroso e baseado em diversas medições realizadas em condições controladas, os episódios dessa categoria trazem o desenvolvimento de leis físicas como consequência imediata de um único experimento.	*[...] o físico Galileu Galilei através de um experimento, chegou à conclusão[...] que ambos alcançam o solo no mesmo instante. (MD_1)* *[...] comprovou, na Torre de Pisa, que se duas pedras de diferentes massas fossem abandonadas livremente da mesma altura, ambas gastariam o mesmo tempo para alcançar o solo. (MD_2)* *Galileo fez exatamente esse teste em 1589, e descobriu que elas caem com a mesma aceleração. (MD_3)*
4	Visão de um mito fundador	Articulada com a categoria 1, trata-se de uma visão individualista mais extrema, alçando o cientista, sozinho, como fundador de uma grande área de pesquisa, omitindo demais colaborações e trabalhos coletivos.	Galileu [ficou] conhecido como o pai da experimentação e considerado o precursor da revolução na Física. (MD_3)

Fonte: próprios autores

Baseados nas categorias elencadas, reforçadas por nossos referenciais teóricos, passamos às nossas considerações finais.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Considerações finais

Episódios históricos compõem uma rica e frutífera fonte para se abordar Ciências na educação básica (FORATO; BAGDONAS; TESTONI, 2017). De fato, a utilização de História e Filosofia das Ciências já tem se mostrado um campo de pesquisa educacional bem constituído, com colaborações que permitem aos estudantes compreender o desenvolvimento científico como um produto humano e, portanto, passível de erros, desacertos em um trajeto não linear de construção das ideias (MARTINS, 2001).

Por outro lado, se o desenvolvimento de tais atividades não for feito com cautela, seu objetivo pedagógico pode se tornar enviesado, reforçando a visão ingênua de cientistas como seres geniais que, sozinhos e com um único experimento, conseguem enunciar leis que mudam a compreensão de mundo de todos. Tal visão *whig* da História (BUTTERFIELD, 1965) favorece a criação de mitos fundadores, que infiltram-se no imaginário popular e são tratados como verdades absolutas reproduzidas nas salas de aula. A situação exposta parece se avolumar, quando tais reproduções são impulsionadas pelas novas tecnologias, com a proliferação de sites e plataformas educativas que publicam conteúdos com alta velocidade, porém com morosa revisão.

O presente artigo analisou essa situação, observando a abordagem dada por meios digitais de livre acesso e alta repercussão no território nacional, no tocante ao mítico experimento da Torre de Pisa, supostamente realizado por Galileu, no século XVI. Apesar de não haver registros historiográficos que corroborem com a ocorrência desse fato, a construção whiguista da História, com a criação de um Galileu fundador da revolução científica, fez com que o relato fosse sendo reproduzido até os dias atuais, e permeasse sites e plataformas educacionais, utilizadas em pesquisas escolares.

Os meios digitais analisados na presente pesquisa, ao trazer o mito galileano como certo e indiscutível, trazem em seus conteúdos elementos para um desserviço ao ensino de ciências, dos quais pudemos categorizá-los, minimamente, em quatro categorias, a saber: (a) a concepção de cientistas como humanos que, sozinhos, possuem *insights* geniais e mudam a compreensão de mundo; (b) em um caráter individualista extremo, alçam um único cientista como fundador de uma ampla linha de pesquisa, ignorando contribuições de outros estudiosos e todo viés coletivo do desenvolvimento científico ao longo dos anos; (c) uma simplificação dos métodos científicos, remetendo o trabalho do cientista à realização de uns poucos experi-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

mentos para desenvolver novas teorias e (d) um apoio em discurso de autoridade, por mais contraditório que pareça, na própria História, para justificar fatos sem registros históricos.

Tais fatores, associados ao alto nível de repercussão e acesso dos meios digitais (MD)[7] analisados, torna preocupante a reprodução de episódios históricos considerados, minimamente duvidosos, e até inexistentes, como é o caso do mítico experimento de Galileu na Torre de Pisa (cf. ALDAPE, 1993; KOYRÉ, 1988). O cuidado no planejamento de tais conteúdos, ainda mais no formato digital, são fundamentais para criação de sequências didáticas de maior qualidade, propiciando uma educação científica significativa, evidenciando assim que, embora existam possibilidades no uso das mídias digitais para ao Ensino de Ciências, recomenda-se aqui que o professor seja cauteloso na sua utilização.

Finalizando, como a quantidade de conteúdo científico disponível nas mídias digitais é muito grande, recomenda-se estudos similares ao presente, para identificar problemas conceituais, indicando a revisão destes por parte dos autores destes materiais, assim pode-se contribuir para minimizar a propagação dos problemas apontados nesta pesquisa, consequentemente, qualificar o ensino-aprendizagem de ciências da natureza por meio da utilização dos meios digitais.

Galileo and the myth of the tower of pisa: revisiting the theme in digital educational media

Abstract

The use of historical episodes in science teaching represents a strategy with great pedagogical potential, being validated by many researchers from the scientific and educational communities. However, its use without due precautions can cause distortions in the facts, bringing a linear, inductive view of science and individually erected. Likewise, the use of technologies in the pedagogical context has already demonstrated its important role for science learning, even more in a pandemic context, in which social isolation enables digital media (DM) for educational purposes, in this article considered as websites and educational platforms, become increasingly present in school environments. Articulating these strands, this article seeks to observe the insertion of historical episodes in such DM, specifically, the controversial experiment that Galileo would have carried out in the Tower of Pisa which, despite lacking reliable historical records, remains in the popular imagination in physics education. For this purpose, websites and digital platforms with free access on the internet were analysed, those that used the fateful episode as a backdrop for their contents. The results that emerged from the analysis bring worrying observations, mainly because these materials have free access and wide national repercussion which, in addition by

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

reinforcing the occurrence of an experiment without historiographic record and with debatable results, bringing a mistaken view of science, with simplification of its methods and collectivity, perpetuating the existence of founding myths in certain areas of research.

Keywords: Galileo, Falling Bodies, History of Science, Digital Media, Science Teaching

Notas

[1] A interpretação whiguista da história é "a tendência de escrever sobre o passado a partir de uma perspectiva daqueles que 'venceram". (BUTTERFIELD, 1965, p. 31)

[2] Movimento historiográfico francês que tinha como objetivo contestar a escrita de uma história positivista com estratégias como; narrar por meio de uma história-problema, registrar não só a história política e promover o diálogo das áreas das ciências humanas para a construção desta. (BURKE, 1977)

[3] "Quando Galileu inventou (*sic)* o telescópio e descobriu as fases de Vênus, as companhias mercantis interessaram-se por seu telescópio, que era superior àqueles feitos na Holanda." (HESSEN, 1993, p.45).

[4] O termo "Peso" aqui é compreendido, sem prejuízo para a compreensão posta, como sinônimo de massa, já que Galileu não possuía o conceito de massa. Apesar de divergir do objetivo do presente artigo, Galileu também refutou a visão aristotélica de que a velocidade de queda seria inversamente proporcional à densidade do meio (cf. MARICONDA; VASCONCELOS, 2021).

[5] Apesar de romantizada, a narrativa de um homem carregar uma esfera de 100 libras até o alto da torre de Pisa torna-se pouco factível.

[6] Casper (1977), ao abandonar simultaneamente uma bola de softball e um projétil de 7kg a uma altura de 60m, constatou uma diferença entre 6 e 9m entre eles, quando o mais pesado toca o solo. Já Aldape (1993), em simulações realizadas, também obtém essa diferença entre os corpos, classificando os "experimentos de Pisa como duvidosos" (p.52).

[7] Todos os Meios Digitais analisados foram informados, mediante mensagem eletrônica, da incoerência dos conteúdos apresentados.

Referências

ALDAPE, Gabriel E. Galileo y la torre de Pisa: de una vez por todas. **Tecnología y ciencias del agua**, p. 43-53, 1993.

ALVES, Welder R. S. **Galileu e o experimento da Torre de Pisa no ensino médio**. 2019.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1995.

BOY, Felipe C.B.; GARCIA, Letícia S. A importância de uma plataforma digital como suporte para aplicação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 1, n. 2, p. 142-154, 2018.

BRUSH, Stephen G. Should the history of science be rated X? **Science,** 183, p. 1164 – 1172, 1974.

BURKE, Peter. **A escola dos Annales (1929-1989)**. Unesp, 1997.

BUTTERFIELD, Herbert. **The Whig interpretation of history.** WW Norton & Company, 1965.

CASPER, Brandon M. Galileo and the fall of Aristotle: a case of historical injustice? **American Journal of Physics**, v. 45, n. 4, 1977.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

COLOMBO, Claudia B. **Arquitetura de Informação na Web: estudo de caso de web site corporativo**. 151 f. Dissertação (Mestrado em Multimeios)–Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

DRAVET, Florence; CASTRO, Gustavo. Aprendizagem, meios digitais e afeto: propostas para um novo paradigma na educação superior. **Interface**. Botucatu, v.23, p. e180321, 2019.

FORATO, Thaís; BAGDONAS, Alexandre; TESTONI, Leonardo. Episódios históricos e natureza das ciências na formação de professores. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 3511-3516, 2017.

GALILEI, Galileu. **Duas novas ciências**. São Paulo: Nova Stella. 1988 [1638].

GREGORY, Richard A. **Discovery, or the Spirit and Service of Science**. London: Macmillian and Co. 1917.

HESSEN, B. As raízes socioeconômicas dos "Principia" de Newton. In: **II Congresso internacional de história da ciência e da tecnologia**, Londres, 1931.Tradução Ruy Gama e Sylvia Ficher, 1993.

KAPLAN, Andreas M.; HAENLEIN, Michael. .Higher education and the digital revolution. **Business Horizons**,v.59, n.4, p. 441-450, 2016.

KLEIN, Martin, J.. The use and abuse of historical teaching in physics. In BRUSH, S. G.; KING, A.L.,eds. **History in the teaching of physics**. Hanover (EUA): University Press of New England,1972.

KOYRÉ, Alexandre. **Estudios de historia del pensamiento científico**. México: Siglo Veintiuno, 1988.

LIMA, Patricia R. T. Novas tecnologias da informação e comunicação na educação e a formação dos professores nos cursos de licenciatura do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: **Universidade Federal de Santa Catarina-Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação**, 2001.

LISBOA, Patrícia. Os softwares educativos e a construção de habilidades cognitivas na pré-escola. **Revista Práticas de Linguagem**, v.3, n.1, jan./jun., 2013.

LOCATELLI, Claudio W.; KOGA, Tatiana L.; PRADO, Enéias A.; TESTONI, Leonardo A.; LOCATELLI, Solange W. Khan Academy Platform and Mathematics education: what the research says. **Research, Society and Development,** v. 9, n. 10, p. e4899108801, 2020.

LOPES, Raabe C.; CASTRO, Darlene T. A importância das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem. **Humanidades e Inovação**, Palmas, ano 2, n. 2, 2015.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. **Em Aberto**, v. 5, n. 31, 2011.

LUVIZOTTO, Kraus C.; FUSCO, Elvis; SCANAVACCA, Aline C. Websites educacionais: considerações acerca da arquitetura da informação no processo de ensino-aprendizagem. **Educação em Revista**, v.11, n.2, p.23-40, 2010.

MAGALHÃES, Gildo. Por uma dialética das controvérsias: o fim do modelo positivista na história das ciências. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 345-361, 2018.

MARICONDA, Pablo R.; LACEY, Hugh. Galileu e a ciência moderna. **Cadernos de Ciências Humanas-Especiaria**, v. 9, n. 16, p. 267-292, 2006.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

MARICONDA, Pablo R.; VASCONCELOS, Júlio. **Galileu e a nova física**. São Paulo: Scientiae Studia, 2021.

MARTINS, Roberto A. Como não escrever sobre a história da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.23, n.1, 2001.

MATTHEWS, Michael R. Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. **Enseñanza de las ciências,** v.12, n.2, 255 – 277, 1994.

MUGNOL, Marcio. A educação à distância no Brasil conceitos e fundamentos. **Revista Diálogo Educacional**, v.9, n.27, p. 335-349, 2009.

PEDUZZI, Luiz. O. Q. **Sobre a utilização didática da história da ciência**. In Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed.UFSC, 2001, pp. 151 – 170.

PRESTES, Maria E. B. O whiguismo proposto por Herbert Butterfield. **Boletim de História e Filosofia da Biologia**, v. 4, n. 3, p. 2-4, 2010.

SANTOS JUNIOR, Verissimo B.; MONTEIRO, Jean C. S. Educação e covid-19: as tecnologias digitais mediando a aprendizagem em tempos de pandemia. **Revista Encantar-Educação, Cultura e Sociedade**, v. 2, p.1-15, 2020.

SANTOS, Vanessa M. dos; SARAIVA, Guilherme M.M.; BIDÁ, Adriano G.. Plataformas digitais na educação: um olhar sobre a experiência docente. **Congresso Transformação Digital - FGV**. São Paulo - SP. Nov. 2020.

SILVA, Francismary A. **Historiografia da revolução científica**: Alexandre Koyré, Thomas Kuhn e Steven Shapin. 2010.

SILVA, Ítalo B.; ALMEIDA, Aline A. A utilização de plataformas digitais para a popularização da Ciência. **VII Congresso Nacional de Educação - CONEDU**. Maceió - AL. Out.2020.

SOUZA, Renata B. O uso das tecnologias na educação. **Revista Pátio**. 2015.

TAUSHER, Keith; LAUDIEN, Sven M. "Understanding platform business models: A mixed methods study of marketplaces". **European Management Journal** ,v.36, n.3, p. 319-329, 2018.

TESTONI, Leonardo A. **Educação em Tempos de Pandemia: formação de professores para o ensino remoto.** Youtube. 04 de agosto de 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=AaG_oCg_IaY&t=100s . Acesso em 08 de julho de 2021.

TESTONI, Leonardo A.; ABIB, Maria L. V.S. **Caminhos criativos na formação inicial do professor de Física**. Paco Editorial, 2014.

VALENTE, José A. **Educação a distância: uma oportunidade para mudança no ensino. In: MAIA, C. (Org.). Educação a distância no Brasil na era da Internet.** São Paulo: Anhembi Morumbi Editora, 2000. p. 97-122

VIDAL, Paulo H.; PORTO, Paulo A. Algumas contribuições do episódio histórico de síntese artificial da ureia para o ensino de química. **História da Ciência e Ensino**, v.4, p.13-23, 2011.

VIEIRA JÚNIOR, Ismael L.; MELO, José C.. Utilizando as tecnologias na educação: possibilidades e necessidades nos dias atuais. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 34301-34313, 2021.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

ZANETTE, Marcos S. Pesquisa qualitativa no contexto da Educação no Brasil. **Educar em Revista**, p. 149-166, 2017.

WHITACKER, Matthew A. B. History and quasi-history in physics education. **Physics Education,** v.14, p.108 – 112 (Part I), p.239 – 242 (Part II), 1979.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

O engajamento de estudantes durante a investigação do tema sociocientífico 'raios'

Leandro da Silva Barcellos*, Wallace Prodígios Morais**, Geide Rosa Coelho***

Resumo

Relatamos a experiência de uma aula investigativa de caráter sociocientífico sobre o tema raios, na qual analisamos o engajamento dos estudantes. Nossa hipótese é que uma atividade investigativa contextualizada por meio de uma questão sociocientífica (QSC) pode potencializar o engajamento dos alunos. A intervenção ocorreu em uma turma de terceira série do Ensino Médio de uma escola da rede estadual do ES, no primeiro trimestre de 2019. Os dados foram produzidos nas interações discursivas entre professores e estudantes, coletados por meio de vídeogravações, diário de campo (do professor) e relatos elaborados pelos alunos. Em tais dados buscamos indicadores de Engajamento, Engajamento Disciplinar e Engajamento Disciplinar Produtivo. Os resultados mostram que a contextualização por meio da QSC contribuiu para o engajamento dos estudantes, cujos posicionamentos evidenciaram aspectos que envolvem atitudes coletivas, ao invés de individuais. Durante a aula houve oscilação entre os três tipos de engajamento, a qual atribuímos a mediação estabelecida pelo professor e a dimensão CTS do tema. Entendemos que nossos resultados podem auxiliar no planejamento de aulas desta natureza, e ratificam a importância da postura docente para o desenvolvimento da investigação e engajamento discente.

Palavras-chave: ensino por investigação, questão sociocientífica, engajamento, engajamento disciplinar, engajamento disciplinar produtivo.

* Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Doutorando em Educação no programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGE-UFES). E-mail: leandrobarcellos5@gmail.com

** Licenciado em Física pela Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: wallaceprodigios@hotmail.com

*** Doutor em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professor dos programas de Pós-Graduação em Educação (PPGE-UFES) e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnFis-UFES) da Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: geidecoelho@gmail.com

https://10.5335/rbecm.v5i1.11629

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0

Recebido em: 11/09/2020 – Aceito em: 31/05/2021

ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

De acordo com Julio, Vaz e Fagundes (2011), em articulação com Austrália (2006), o engajamento pode ser entendido como um construto relacionado à interação do sujeito com a atividade em um dado contexto. Esta dependência situacional atribui ao engajamento certa maleabilidade (FREDRICKS; BLUMENFELD; PARIS, 2004) e nos permite entender que alterações no contexto de ensino podem modificar as diferentes facetas do engajamento dos estudantes (BORGES; JULIO; COELHO, 2005). Tais alterações envolvem, por exemplo, a metodologia (ou abordagem didática) e a mediação do professor. Nesse sentido, atividades fundamentadas no ensino por investigação se constituem como cenários propícios para discussões sobre engajamento (SOUZA, 2015; SASSERON, 2015; SASSERON; DUSCHL, 2016; FARIA; VAZ, 2019), uma vez que a construção de um ambiente investigativo exige alterações significativas na postura do professor e dos alunos, em relação ao que vemos, comumente, em aulas expositivas unidirecionais (BARCELLOS et al., 2019).

Na abordagem investigativa o docente possui o papel de propositor de problemas, motivador de discussões e de orientador das análises realizadas pelos estudantes (SASSERON, 2015). O professor deve propor atividades centradas nos alunos de modo que eles assumam um papel ativo na construção do conhecimento científico na medida em que se engajam nas discussões em sala de aula. Isso passa pela presença do discurso dialógico entre todos os sujeitos de sala de aula, o que possibilita um ensino mais interativo, pois se compartilham as responsabilidades na construção do conhecimento (COELHO; AMBRÓZIO, 2019). Os estudantes, com suporte adequado do professor, precisam elaborar hipóteses no processo de investigação, testá-las e validá-las durante as discussões realizadas, ler para entender os conceitos trabalhados e escrever para extrapolar as situações discutidas, o que também pode ocorrer durante a fala dos alunos (CARVALHO, 2018).

Assumir o ensino por investigação como abordagem didática nas aulas de Ciências requer uma mediação qualificada do professor, permitindo que a turma se engaje com as discussões e exercite práticas e raciocínios típicos das Ciências da Natureza. Ou seja, o engajamento assume um papel crucial, pois pode transformar tarefas burocráticas em atividades que geram aprendizado sobre conceitos e sobre as Ciências (SASSERON, 2015).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Souza (2015) e Sasseron e Duschl (2016) ratificam a importância das ações docentes para o engajamento dos discentes, as quais se relacionam com o planejamento didático. Uma atividade investigativa envolve, necessariamente, uma situação-problema (SP) autêntica, geralmente formulada pelo professor. Para Carvalho (2018) a SP deve ser contextualizada e atuar como a mola propulsora da investigação, mobilizando os estudantes intelectualmente de modo que eles queiram solucionar o problema. Aguiar Jr. (2018) afirma que a contextualização dos conteúdos científicos é um princípio que transcorre da problematização, porque todo problema é situado e o contexto mobiliza ações e conhecimentos. A contextualização deve ser entendida como algo além da exemplificação dos conceitos em situações cotidianas, já que está vinculada a uma abordagem problematizadora que busca desafiar os estudantes a utilizarem o conhecimento científico para solucionarem problemas em contextos. Estes podem assumir diferentes aspectos, incluindo a "*contextualização social (temas sociocientíficos na sociedade contemporânea); a contextualização a nível pessoal ou cotidiano (relação de temas e conceitos científicos com situações problemas familiares aos estudantes)*" (AGUIAR JR., 2018, p. 18).

Temos investido na articulação entre o ensino por investigação e o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), como uma via para promover uma contextualização social dos estudos científicos escolares, possibilitando a conexão entre o tripé Ciência-tecnologia-sociedade, além de desenvolver nos estudantes o pensamento crítico-reflexivo para a tomada de decisões socialmente responsáveis. Isto se materializa na escolha pelo trabalho com temas de relevância social, os quais embasam a formulação de situações-problema que nos permitam contextualizar a discussão sobre os impactos da Ciência na sociedade, as tecnologias criadas e o uso do conhecimento científico para um posicionamento pleno frente a questões sociocientíficas.

Diferentes pesquisas sinalizam que a articulação ensino por investigação-enfoque CTS tem dado bons frutos no que tange a participação ativa dos estudantes nas tarefas, desenvolvimento de conceitos, atitudes e procedimentos típicos da Ciência, e o posicionamento crítico com base no conhecimento científico. Barcellos (2017) discutiu a formação de câncer de pele por exposição prolongada à radiação ultravioleta solar, problematizando as tecnologias de proteção, como o protetor solar, e o posicionamento dos estudantes frente à necessidade de se exporem ao sol de maneira segura; Pedroso (2017) contemplou conceitos de Física moderna ao problematizar

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

os possíveis efeitos de uma bomba nuclear e as implicações sócio-políticas, especialmente a opinião dos alunos sobre o uso da Ciência e tecnologia para fins bélicos; já Coelho (2019) trabalhou Física de radiações problematizando, entre outras coisas, a radioatividade do granito e a exposição da população a esta rocha, com alunos de um Instituto Federal de uma cidade referência em exportação deste recurso.

Tais pesquisas sugerem que a relevância social do tema contribui para a boa relação do aluno com as tarefas. Todavia, é necessário explorar mais esse aspecto, pois não se trata de uma relação de causa e efeito. Julio, Vaz e Fagundes (2011, p. 64) afirmam que "*a metodologia de ensino pode despertar o interesse sem engajar o aluno em dimensões importantes de uma atividade*". Coadunando com essa perspectiva, Cardoso, Abreu e Strieder (2019) discutiram uma intervenção fundamentada no enfoque CTS, na qual constataram um baixo nível de engajamento dos estudantes com o tema (combustíveis). Estas autoras atribuíram tal fato a não utilização de estratégias de ensino que levassem a participação ativa dos alunos, também com base em outros estudos que realizaram.

Diante disso, relatamos a experiência de uma aula investigativa de caráter sociocientífico sobre o tema raios, na qual analisamos o engajamento dos estudantes. Nossa hipótese é que uma atividade investigativa contextualizada por meio de uma questão sociocientífica (QSC) pode potencializar o engajamento dos alunos.

Enfoque CTS e QSC

O enfoque CTS emergiu entre o fim da década de 1970 e o início dos anos de 1980 nos países capitalistas centrais, e começou com reivindicações majoritariamente pós-materialistas, haja vista que estas condições estavam razoavelmente satisfeitas e existia uma cultura de participação popular em questões políticas. Ali que nasceu um movimento de contestação do contrato social vigente, o qual apresentava um viés linear de progresso social impulsionado pelo desenvolvimento científico-tecnológico, com base na neutralidade da Ciência e tecnologia. Questionou-se os impactos do avanço científico e tecnológico, como nos casos dos usos da energia nuclear, agrotóxicos, armas químicas utilizadas na Guerra do Vietnã, entre outros (AULER; BAZZO, 2001). Para Santos e Mortimer (2009) a educação científica fundamentada em CTS é um movimento amplo e compromissado com a ressignificação da função social do ensino de Ciências, visando desenvolver valores e atitudes socialmente

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

responsáveis, com vistas a uma formação para a cidadania. Busca-se, entre outras coisas, a compreensão da Ciência como construto humano influenciado por elementos econômicos, éticos, políticos, interesses, etc.

Santos (2007) aponta a abordagem de temas de relevância social e o processo de tomada de decisão como duas das dimensões que frequentemente aparecem na literatura sobre enfoque CTS. Nessa perspectiva, parte-se de temas sociais para desenvolvimento de conceitos científicos e destes retornam ao tema. Além disso, defende-se que o processo de aprendizagem seja fundamentado em uma situação-problema real, contextualizada, que permita a reflexão e o desenvolvimento de posicionamento crítico por parte dos estudantes (AIKENHEAD, 2009). Isso envolve um currículo de Ciências que promova uma educação mais consciente, permitindo que os cidadãos se posicionem critica e reflexivamente perante as questões atreladas ao desenvolvimento da Ciência e tecnologia, bem como seus desdobramentos para a sociedade. Uma possibilidade para a incorporação do enfoque CTS na organização de um currículo de Ciências da Natureza pode ocorrer a partir da dimensão da contextualização, a qual pode se constituir por meio da abordagem de QSC e situações reais, dinamicamente articuladas de modo a permitir discussões que perpassem as barreiras das disciplinas e até da escola (SANTOS, 2007).

A busca pela inserção desse tipo de enfoque nos currículos de Ciências é apenas a etapa inicial do processo de formação de cidadãos com postura crítica-reflexiva, ou seja, essa habilidade pode se estender para outros contextos além da escola. Logo, o ensino de Ciências deve almejar despertar a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade dos estudantes. Isso exige o trabalho com resolução de problemas cotidianos, em que o conhecimento adquirido possa ser extrapolado para reflexões sobre problemas coletivos, de nível nacional e global (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). Enxergamos a possibilidade de articulação com o ensino por investigação uma vez que esta abordagem didática também se fundamenta na resolução de problemas contextualizados. Além disso, existe uma defesa pelo trabalho com investigações de questões que envolvam a relação C-T-S, como forma de estimular o processo de reflexão e o posicionamento crítico sobre os impactos do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade e no meio ambiente (MARQUES; MARANDINO, 2018).

Tais questões podem explorar aspectos ambientais, políticos, econômicos, éticos, sociais e culturais relativos à Ciência e à tecnologia, e têm sido recomendadas em

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

currículos com ênfases em CTS (SANTOS; MORTIMER, 2000). Elas têm sido chamadas de *socioscientific issues*, que podem ser traduzidas por questões sociocientíficas (QSC) ou temas sociocientíficos (SANTOS; MORTIMER, 2009). Sadler (2004) compreende as QSC como dilemas sociais ligados a tecnologia científica, entendendo que sociedade e Ciência estão imbricadas. Elas podem contemplar temas controversos e polêmicos, como aborto, eutanásia e terapia com células-tronco. Nesse sentido, o trabalho com QSC respeita as diferentes opiniões dos estudantes e as utiliza como base para a promoção de uma compreensão crítica que contemple as relações entre Ciência, tecnologia e sociedade, buscando um posicionamento responsável, mas sem forçar nenhum tipo de consenso, no sentido de apresentar a solução pronta para um problema (SANTOS; MORTIMER, 2009).

É importante salientar que o caráter controverso ou polêmico não é condição para uma QSC. Ratcliffe e Grace (2003) entendem que essas questões devem ter uma base na Ciência e um potencial de impacto na sociedade, além de priorizar conteúdos que estejam na "fronteira" com múltiplos campos do conhecimento, permitindo diferentes posicionamentos, tanto de cientistas como da sociedade em geral. Por exemplo: o tema infecções sexualmente transmissíveis (IST) pode ser trabalhado como uma QSC no que tange a compreensão científica das doenças, agentes causadores, sintomas e efeitos; as tecnologias criadas para prevenção e tratamento; discussões sobre o suporte de sistemas de saúde, estigmas sociais, políticas públicas de conscientização, etc. Ou seja, não se trata de ser "contra ou a favor", como nos casos de eutanásia ou aborto, e sim de trazer para a sala de aula de Ciências um problema social, almejando ampliar a compreensão das pessoas com vistas ao desenvolvimento da cidadania.

Em relação à abrangência, as QSC podem ter relevância em âmbito nacional, internacional ou impactos apenas em grupos e indivíduos. Mas todos esses casos envolvem a formulação de ideias, as quais se associam a valores pessoais e éticos (RATCLIFFE; GRACE, 2003). Nesse viés, sociedade e Ciência não são compreendidas separadamente, e o ensino não busca simplesmente solucionar problemas científicos. Para Pedretti (1997, p. 1227 apud GENOVESE; GENOVESE; CARVALHO, 2019, p. 11) trata-se de uma oportunidade de enriquecer a "*[...] criatividade e a imaginação dos estudantes sobre as possíveis alternativas, fornecendo poder e liberdade para examinar e questionar questões sociais relacionadas com a Ciência e a tecnologia*". Algumas QSC estão ligadas, por exemplo, a: fontes de energia, uso de antibióticos,

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

armas químicas, nucleares, biológicas e descarte de lixo eletrônico. Esses temas podem ser utilizados na contextualização de problemas a serem investigados pelos alunos, como forma de potencializar o engajamento no processo investigativo.

As QSC podem ser introduzidas nos currículos na forma de perguntas controversas, para que fomentem debates e argumentação (RATCLIFFE; GRACE, 2003; ZEIDLER et al., 2005), e podem ser contempladas de modo temático, como sendo tópico ou assunto amplo, ou de forma pontual, abordando fatos e fenômenos cotidianos e as tecnologias relacionadas a eles (SANTOS; MORTIMER, 2009). Neste relato discutimos uma intervenção sobre o tema raios, incluído pontualmente na perspectiva de um fenômeno natural comum, mas que oferece riscos à vida.

Engajamento e ensino por investigação

Um dos pilares da abordagem investigativa é o envolvimento intelectual do estudante na resolução da SP e no desenvolvimento de práticas científicas e epistêmicas (SASSERON, 2015; SASSERON, 2021). Sasseron (2018) discute a atividade científica em uma perspectiva sociologizada, a partir da interlocução com autores que a compreendem como atividade social, pautada em normas e regras que influenciam em seu desenvolvimento. Deste modo, as práticas científicas (PC) e as práticas epistêmicas (PE) têm sido as práticas mais exploradas nas pesquisas do campo da educação em Ciências (SASSERON, 2018).

As PC podem ser entendidas como as ações atreladas à solução de problemas, como o levantamento e teste de hipóteses, elaboração de modelos explicativos e justificativas, e o trabalho com novas informações (SASSERON; CARVALHO, 2008). As PE associam-se as práticas envolvidas na produção, comunicação e avaliação do conhecimento (SASSERON, 2018). Podemos entender que o processo de desenvolvimento de tais práticas é potencializado quando os alunos estão engajados com a tarefa, pois, de acordo com Sadler (2009, p. 4), "*[...] à medida que um indivíduo se engaja nas práticas de uma comunidade, ele apropria aspectos dessa cultura e, à medida que o indivíduo apropria compreensões culturais, ele é capaz de se engajar em atividades mais sofisticadas*".

Nesse sentido, Sasseron e Duschl (2016) defendem a possibilidade de aproximação entre o ensino por investigação e as ideias de Engle e Conant (2002) sobre engajamento disciplinar e produtivo. Na proposição destes pesquisadores o enga-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

jamento em situações de ensino pode ocorrer de três formas: o engajamento (E), que se manifesta nas interações discursivas entre os sujeitos durante a busca pela solução do problema; o engajamento disciplinar (ED), caracterizado pela habilidade do estudante em utilizar tanto o discurso escolar quanto o científico para cumprir as tarefas escolares; e o engajamento disciplinar produtivo (EDP), relacionado ao progresso intelectual obtido pelos alunos.

Para Sasseron e Duschl (2016) as ideias de Engle e Conant (2002) permitem entender que para que haja engajamento, independentemente do nível, é necessário considerarmos, entre outros pontos, o tópico que está sendo discutido. Este, quando relacionado a uma QSC, pode potencializar alguns dos princípios que devem ser considerados para o estabelecimento de um ambiente favorável ao surgimento do EDP entre os alunos, como a problematização e a responsabilidade social. Isso porque o trabalho com QSC em aulas investigativas permite o envolvimento dos estudantes com problemas intelectuais, e atribui a eles a responsabilidade de investigarem a solução do problema, além de se posicionarem, de modo socialmente responsável, frente a temas socialmente relevantes.

Metodologia

A intervenção foi realizada por um dos autores deste manuscrito, que na ocasião realizava a atividade de regência do estágio supervisionado obrigatório do curso de licenciatura em Física de uma Universidade pública federal. As ações foram desenvolvidas no primeiro semestre de 2019, em uma turma da terceira série do Ensino Médio de uma escola da rede estadual do Espírito Santo, e contou com 41 alunos. Recebemos autorizações dos participantes e dos respectivos responsáveis legais deles, por meio da assinatura de um termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Este, entre outros itens, garantiu o anonimato da participação. Por isso utilizamos nomes fictícios para todos os envolvidos neste estudo.

O conteúdo abordado foi referente aos processos de eletrização, definido em comum acordo com o professor regente da turma. Decidimos contextualizar por meio do tema raios na tentativa de torná-lo relevante e potencializar o engajamento dos alunos. De acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Brasil é o país com maior incidência de raios no mundo, com média anual de 77,8 milhões de raios nos últimos seis anos. 300 pessoas são atingidas por descargas

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

elétricas anualmente, e uma em cada três torna-se uma vítima fatal. Ainda segundo o mesmo órgão nacional, a cada cinco mortes por raios, quatro poderiam ter sido evitadas com o uso de medidas de proteção e/ou adoção de atitudes preventivas (CAZARRÉ, 2017). Diante desse cenário, consideramos necessário promover ações de enfrentamento a tal problema. Partimos do princípio de que compreender os conceitos científicos associados aos raios, e as tecnologias criadas para a proteção, como os para-raios, pode contribuir com o processo de conscientização sobre a necessidade de prevenção a essa problemática. Por isso desenvolvemos uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), composta de três aulas, planejadas para ter a duração de 55 minutos cada.

A primeira aula contemplou os aspectos científico, tecnológico e social, e teve como objetivo levantar o conhecimento prévio dos estudantes e introduzir o problema central: o que podemos fazer para diminuir o risco de acidentes durante uma tempestade de raios? A segunda aula envolveu um gerador de Van de Graaff e um eletróforo de Volta, os quais foram utilizados pelo Professor em Formação Inicial (PFI) para problematizar os conceitos físicos presentes no tema e estimular o levantamento de hipóteses e elaboração de modelos explicativos sobre os fenômenos observados. O foco era o aspecto científico conceitual da eletrização. A terceira aula foi dedicada à retomada do problema central, sistematização e confecção, por parte dos alunos, de panfletos (folders) a serem supostamente distribuídos para a população em geral, sobre os perigos dos raios e quais atitudes são recomendadas durante uma tempestade, com vistas a minimizar os riscos. A ênfase esteve no aspecto científico, tecnológico e o social.

Para análise da primeira aula recorremos às interações discursivas entre PFI e estudantes, que foram gravadas em vídeo e áudio. As transcrições foram realizadas de forma fidedigna, ou seja, ocorrências de linguagem coloquial foram mantidas para garantir a autenticidade das falas. Para a aula dois nos baseamos, majoritariamente, no diário de campo do PFI que conduziu a intervenção. Para a terceira aula analisamos os relatos produzidos pelos estudantes, no final da intervenção, na forma de panfletos. Nesses dados buscamos os indicadores de engajamento propostos por Souza (2015), sintetizados no quadro 1.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Quadro 1: Indicadores de engajamento

Engajamento (E)	Engajamento disciplinar (ED)	Engajamento disciplinar produtivo (EDP)
E1 Discussão sobre o tema colocado em questão pelo problema	ED1 Discussão sobre ideias e hipóteses para a construção de um plano de trabalho para a resolução do problema	EDP1 Discussão sobre sofisticação de ideias e construção de relações explicativas
E2 Presença de trabalho colaborativo	ED2 Presença de trabalho colaborativo para concretização de ações, proposições e/ou análise de ideias.	EDP2 Presença de trabalho colaborativo na construção da explicação e reconhecimento de limites nas suas aplicações
E3 Presença de características emocionais	ED3 Presença de características emocionais relacionadas às ações para a resolução do problema	EDP3 Presença do uso de ideias em outros contextos, revelando a apropriação do conhecimento.

Fonte: Souza, 2015, pp. 42-43.

Análises e discussões

Aula 1

No início da primeira aula o PFI projetou no quadro uma reportagem que trazia os dados apresentados pelo INPE sobre a alta incidência de raios no Brasil e quantos casos médios de morte ocorrem anualmente no país. Além disso, ele solicitou que um aluno lesse a reportagem em voz alta para a turma. A videogravação sugere que os alunos estavam atentos à projeção, de modo que não notamos conversas paralelas, o que consideramos um indício de E3. Após este momento o PFI conduziu a discussão visando levantar os conhecimentos prévios dos estudantes, a começar pela dimensão conceitual dos raios, relâmpagos e trovões.

Quadro 2: Interações discursivas da primeira parte da aula

Transcrições	Indicadores de engajamento	Aspectos da Mediação
1. A20 – Trovão é o barulho né? O raio é o "Shiiu" (faz um movimento com a mão representando o movimento descendente do raio, a turma ri).	Discussão sobre as ideias e hipóteses relativas ao problema lançado (ED1), de maneira colaborativa, pois os alunos completaram e ratificaram as construções dos colegas, sugerindo ED2. Presença de E3 quando os alunos riram do som/movimento feito por A20, o que só foi possível perceber porque a turma estava em silêncio, acompanhando a fala de cada aluno.	A pergunta feita pelo PFI teve um caráter puramente conceitual. Isso pode ter relação com o fato de apenas quatro estudantes (A20, A7, A23 e A24) participarem da discussão, que enfocou na dimensão conceitual do tema.
2. A7 – Relâmpago é só a luz.		
3. A23 – Relâmpago é só a luz que a gente vê (reforçando a fala do colega).		
4. A7 – É só aquele clarão, "pá".		
5. PFI – O que que é só o clarão?		
6. A7 – Porque o raio ele desce e quando bate no chão ele sobe de novo.		
7. PFI – E por que é raio e relâmpago? Qual a diferença?		
8. A24 – A densidade.		

Fonte: os autores.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Em seguida, o PFI abordou as atitudes a serem tomadas para minimizar os riscos durante uma tempestade com raios, por meio da seguinte pergunta: O que deve ser feito durante uma tempestade de raios? Essas foram as colocações dos alunos:

Quadro 3: Interações discursivas da segunda parte da aula

Transcrições	Indicadores de engajamento	Aspectos da Mediação
9. A1 – Ficar em casa.	Estudantes discutiram ideias e hipóteses para solucionar o problema (ED1). Presença de E3, quando a turma riu do comentário cômico de A1.	Por meio de uma pergunta aberta[1], o PFI permitiu que os estudantes expusessem os conhecimentos prévios deles sobre as atitudes a serem tomadas. Estas estão na dimensão científica/social do enfoque CTS. Notamos, também, um maior número de alunos envolvidos na discussão (como sinalizado no turno 17, em que vários estudantes falaram ao mesmo tempo).
10. PFI – Por que ficar em casa?		
11. A1 – Porque tem para-raios e eu não vou morrer (A turma dá risada).		
12. PFI – Toda casa tem para-raio?		
13. A1 – Não. Assim, um lugar que tenha para-raio.		
14. A2 – Ficar de Chinelo.		
15. A3 – Tirar as coisas da tomada.		
16. A4 – Desligar a chave da energia.		
17. A5 – Cobrir o espelho (Muitos alunos levantam hipóteses ao mesmo tempo).		
18. A7 – Não usar guarda-chuva.		

Fonte: os autores.

O nome para-raios é bastante indutivo e ficar em um local com um deles emergiu como a primeira atitude a ser tomada. Dada à popularidade deste recurso tecnológico, o PFI explorou elementos do funcionamento e princípios científicos dele.

Quadro 4: Interações discursivas da terceira parte da aula

Transcrições	Indicadores de engajamento	Aspectos da Mediação
19. PFI - Onde que é colocado o para-raios, de modo geral?	Discussão de ideias para solucionar o problema (ED1); colaboração durante as proposições para complementá-las e questioná-las (ED2); e alunos demonstrando atenção, insistência e insatisfação ao verem que a resposta "atrair" não era suficiente (ED3).	Pergunta fechada sobre o funcionamento do recurso tecnológico, em que vemos poucos alunos participando. Nos turnos 28 e 30 notamos perguntas que mobilizaram mais estudantes (momentos de muitas respostas simultâneas) e a turma dividida sobre o local de instalação do para-raios.
20. Turma – Em cima (do prédio).		
21. PFI – Por quê?		
22. A19 – Porque ele vai parar o raio.		
23. A1 – Ele vai atrair o raio.		
24. PFI – Boa, boa. Ele não para o raio, assim.		
25. A19 – O raio vai para ele.		
26. PFI – O que ele (para-raios) faz?		
27. Turma – Ele atrai o raio.		
28. PFI – Ele atrai o raio, "puxa" o raio. É garantido que o raio vai cair ali?		
29. A1 – Espero que sim (Vários alunos respondem ao mesmo tempo).		
30. PFI – O para-raios "atrai" o raio, beleza. Mas, se eu colocar em cima e embaixo, dá a mesma coisa?		
31. A15 – Depende.		
32. Alguns alunos – Em cima.		
33. PFI – Por quê?		
34. A20 – Por que se colocar em baixo a chance de atingir o prédio é muito maior.		

Fonte: os autores.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

A discussão prosseguiu com o PFI questionando a posição ideal para a instalação do para-raios, uma vez que a turma mostrou-se dividida.

Quadro 5: Interações discursivas da quarta parte da aula

Transcrições	Indicadores de engajamento	Aspectos da Mediação
35. PFI – E isso quer dizer o que? Pensa o seguinte: Você tá num... Num... Num lugar aberto, tem um monte de árvore. O que você vai fazer?	ED1, ED2, ED3. Investimento cognitivo, especialmente de A20, para compreender a explicação, sem desistir ou hesitar, mesmo com a turma aparentando já ter entendido. Em dado momento A1 colaborou com o colega, e vários alunos falam ao mesmo tempo quando aparentaram confusão, pois estavam atentos e em silêncio enquanto o colega se esforçava para entender. A discussão foi extrapolada para o contexto de ficar em baixo de uma árvore, até que conseguiram chegar a um entendimento, demarcado pelo uso da gíria comumente utiliza pela turma durante as aulas quando entendiam algo.	Perguntas abertas sobre uma atitude que, de certa forma, se relaciona ao recurso tecnológico. Mais alunos participando, e a turma acompanhou atentamente o colega que apresentara mais dificuldade.
36. A20 – Ficar embaixo da árvore, não?		
37. PFI - Ficar embaixo da árvore, show. Agora eu te pergunto, por que o para-raios é colocado no topo do prédio?		
38. A20 – O raio vem de cima, então se tiver uma coisa mais em cima (fez um gesto com mão como se o raio atingisse o que está mais alto).		
39. PFI – E onde você vai ficar se estiver tudo aberto?		
40. A20 – Embaixo da árvore.		
41. A9 – Ficar deitado no chão.		
42. PFI – Por que você vai ficar debaixo da arvore?		
43. A20 – Porque ela vai estar um pouco maior, mais alta.		
44. PFI – Mas num prédio você não coloca em cima, quanto mais em cima melhor?		
45. A20 – Então, não é a mesma coisa?		
46. A1 – Não, você tem que ficar num lugar baixo, porque o raio vai ter mais chance de cair na árvore.		
47. PFI – Então, pensa o seguinte: O que esse cara vai fazer? (Apontando para o desenho no quadro de um para-raios em um prédio) com o raio? (Vários alunos falam ao mesmo tempo).		
48. PFI – volta aqui. O que o para-raios vai fazer com o raio?		
49. A11 – Parar o raio.		
50. A5 – Atrair.		
51. PFI – Atrair. Beleza. Então pensa o seguinte: o para-raios está em qual ponto do prédio?		
52. A20 – Mais alto.		
53. PFI – Mais alto. O raio sempre tende a ir para onde?		
54. A8 – Para o para-raios.		
55. PFI – Para o para-raios que está no ponto mais alto. Então, logo, para o ponto mais alto. Ai, eu estou numa planície e tem uma árvore. Aí eu vou para debaixo da árvore, a árvore é o ponto o que?		
56. A1 – Mais alto.		
57. A20 – Ah...		
58. PFI – Mais alto.		
59. A7 – Como você chegou nessa planície? E se tem um carro disponível? (A turma ri).		
60. PFI – É... Beleza, você está na praia e foi a pé para praia. Pronto, você está numa praia deserta. Foi pra Itaúnas. E aí? Ah moleque (apontando para A7, que ri e comemora).		
61. PFI – E só tem uma árvore. Não, tem um monte de árvores e você vai para a mais alta, porque quanto mais alto protege mais, não é isso?		
(A turma aparenta estar confusa)		
62. A21 – Eu não estou entendendo a lógica.		
63. PFI – Ó, explica pra ela, ela não entendeu. Vai que...		
64. A20 – O que eu pensei estava certo?		
65. PFI – Uai, não sei... Então, pensa comigo, devagar e sempre. O para-raios fica no topo do prédio. Por quê?		
66. A1 – Porque é o lugar mais alto.		
67. PFI - Porque é o lugar mais alto e quanto mais alto "atrai" o raio. Né isso? Beleza. Aí eu estou numa planície e tem uma árvore. Aí, na hora que você vai... Você vai pra lugar nenhum, você olha de longe, o raio vai cair aonde?		
68. Turma – Na árvore.		
69. PFI – Aí você está lá e vai para árvore?		
70. A20 – Não...		
71. PFI – Entendeu?		
72. A20 – 3000 Q.I. (gíria comumente utilizada pela turma sinalizando que entenderam).		

Fonte: os autores.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Na parte final da aula o PFI abordou outro elemento sobre a queda de raios e o ato de cobrir espelhos como medida de proteção.

Quadro 6: Interações discursivas da quinta parte da aula

Transcrições	Indicadores de engajamento	Aspectos da Mediação
73. PFI - Vocês já perceberam que os raios têm algumas ramificações?	A7 e A1 envolveram-se em uma discussão com ideias mais sofisticadas sobre a trajetória dos elétrons (EDP1), de maneira colaborativa (EDP2).	Pergunta conceitual sobre o aspecto científico do tema. Vemos poucos alunos interagindo enquanto o restante da turma ficou em silêncio.
74. Turma – Sim (alguns acenam positivamente com a cabeça).		
75. PFI – Por quê?		
76. A7 – Eles não sabem qual é o caminho mais fácil, eles se espalham (trecho inaudível).		
77. A1 – Tipo assim, eles são negativos. Aí eles vão procurar o lugar mais positivo, que no caso é o chão. Todo o chão é positivo.		
78. PFI – Todo o chão naquela área.		
79. A1 – É.		
80. A7 – Ele não sabe, ah, aquele lado é positivo.		
81. PFI – Outro negócio interessante é: cobrir o espelho. Por que cobrir o espelho?	Os alunos discutiram ideias para explicar a atitude (ED1) e trouxeram conhecimentos de seus familiares, o que pode indicar um vínculo emocional com a discussão (ED3).	A pergunta problematizou uma atitude, contemplando a dimensão social. Foi possível ver mais alunos participando.
82. A20 – Minha vó faz isso.		
83. A22- O povo da roça fala (para cobrir o espelho), não sei se isso é verdade.		
84. PFI – Mas vocês tem alguma noção, assim... Por que cobrir o espelho, sei lá.		
85. A7 – Talvez pensa que entra um raio e reflete no espelho.		
86. A23 – Às vezes, com a luz apagada o espelho reflete a luz e aí você acha que vai ver uma assombração, um negócio assim ai cobre o espelho.		

Fonte: os autores.

Essas discussões encerraram a primeira aula, na qual observamos indicadores de engajamento e engajamento disciplinar, conforme planejamos, pois almejávamos introduzir o tema e permitir que os alunos manifestassem seus conhecimentos prévios, por meio de interações discursivas, sobre as questões lançadas, os quais poderiam envolver o discurso escolar e o científico. As análises mostram que os alunos se envolveram em discussões sobre o tema ao longo de toda a aula. Quando o PFI fez perguntas fechadas, de natureza conceitual, sobre a dimensão científica, notamos poucos alunos participando. Mas quando a mediação contemplou perguntas abertas, principalmente sobre as atitudes a serem tomadas, notamos mais alunos envolvidos, com ocorrências de colaborações entre eles. No quarto episódio observamos fortes

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

indícios de engajamento, principalmente por parte do aluno A20, que demonstrou interesse em compreender o fenômeno para além de uma obrigação escolar, insistindo até conseguir entender. Compreendemos que essas oscilações estão diretamente relacionadas à mediação estabelecida pelo PFI, como sinalizam Sasseron e Duschl (2016). Mas observamos a influência do aspecto CTS da discussão, neste caso.

Aula 2

Na segunda aula a turma foi dividida em grupos de seis membros para explorar aparatos experimentais. O PFI ficou no gerador de Van de Graaff, pois este aparelho requer certo cuidado no manuseio. Os eletróforos foram manuseados livremente pelos estudantes. O objetivo era que os alunos explicassem o funcionamento dos experimentos e relacionassem os princípios ali observados com a tempestade de raios. Para auxiliar na orientação, as seguintes tarefas foram postas no quadro: (i) explique o que acontece no Gerador de Van de Graaff e no eletróforo, e relacione com uma tempestade de raios; (ii) o que acontece quando aproximamos do gerador uma chave para teste de corrente e por quê? Cada grupo deveria formalizar seus modelos explicativos, e os equipamentos permaneceram a disposição da turma para auxiliar no processo investigativo.

Os grupos se espalharam pela sala formando pequenos círculos para explorar os eletróforos. Paulatinamente, o PFI chamou cada um dos agrupamentos para interagir e investigar com o gerador. Devido a esta dinâmica organizacional, não conseguimos coletar as interações discursivas durante a aula. Contudo, utilizamos o diário de campo do PFI e as imagens registradas durante a atividade como fontes de dados. No gerador, a mediação estabelecida pelo PFI buscou estimular o debate entre os estudantes sobre as questões postas no quadro, conforme cada grupo era chamado para realizar a investigação em tal aparato. Foram realizadas perguntas abertas para estimular o levantamento de hipóteses e, consequentemente, ajudar os alunos na resolução dos problemas apresentados. Apenas em um momento da aula foi possível realizar a gravação de uma interação entre um aluno e uma aluna.

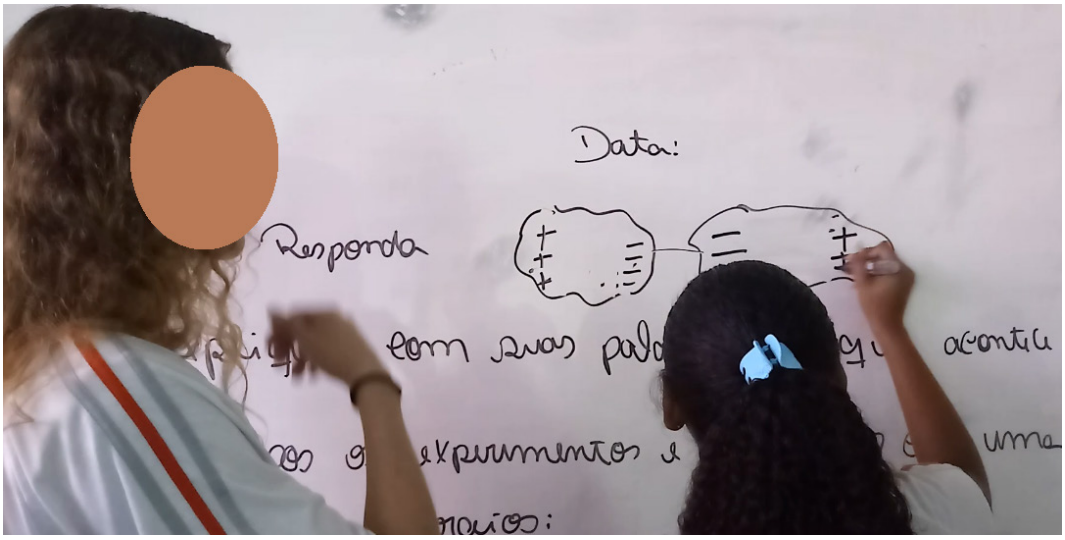
A aluna fez representações de nuvens no quadro para socializar o modelo explicativo, como pode ser visto na figura 1. A aluna A30, apontando para a representação feita por ela mesma, falou que as duas nuvens possuem cargas positivas e negativas, e que a carga total de ambas é nula, mas quando elas se chocam há o

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

surgimento de eletricidade. O desenho apresentado na figura 1 mostra que ambas as nuvens ficam negativamente carregadas na região em que estão mais próximas, e o aluno que estava debatendo com ela, A25, a questionou sobre o fato de que, segundo a representação feita, as nuvens deveriam se repelir mutuamente, impedindo a movimentação de elétrons entre elas. O restante do diálogo ficou inaudível, pois a turma estava bastante agitada com os experimentos. Porém, neste breve trecho percebemos que A30 e A25 estavam envolvidos com a tarefa e trabalharam juntos na elaboração de um modelo explicativo, socializando e questionando suas hipóteses, tentando estabelecer um consenso. Deste modo, observamos indícios de engajamento ED1 e ED2 no trabalho colaborativo para construir um modelo de como ocorrem às descargas elétricas entre nuvens.

Os experimentos não figuravam com frequência nas aulas de Física, o que pode ter relação com a agitação da turma ao vê-los. Os alunos aparentaram maior interesse pelo gerador de Van de Graaff, e as interações com ele sugeriram mais indícios de engajamento disciplinar do que com o eletróforo. Notamos os membros dos grupos discutindo ideias e hipóteses relativas aos problemas, de modo colaborativo, com vistas a solucioná-los. Isto pode ter relação com o fato de que a interação com o gerador contou com a presença do PFI, enquanto o eletróforo foi investigado pelos grupos individualmente.

Figura 1: Estudante explicando ao colega como ocorrem as interações entre as nuvens.



Fonte: os autores.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Parte dos estudantes apresentou uma interação mais contemplativa, e outros estavam dispersos, talvez devido ao grande número de pessoas por experimento, dado o tamanho da turma (41 adolescentes) e a quantidade de aparelhos disponíveis. No final da aula os grupos entregaram suas construções. Apresentamos dois exemplos de modelos propostos para as questões (i) e (ii).

> Grupo 1:
>
> (i) O motor eletrizado pela rede elétrica (tomada) dá energia para a correia de borracha rodar. Por meio do atrito ela se eletriza e eletriza o metal que é um bom condutor térmico e, por isso, ocorre o fenômeno. As nuvens neutras se eletrizam através do contato e liberam os raios (descargas carregas de elétrons) que são atraídos para o chão que está positivo;
>
> (ii) Ao encostar a chave (metal) no gerador eletrizado, forma-se um campo elétrico, então o elétron é guiado, passando pela lâmpada e fazendo com que ela acenda.
>
> Grupo 2:
>
> (i) Atraiu os pelos (o gerador), porém, repeliu o papel. Ambos relacionam-se pela presença da corrente elétrica. Ao aproximarmos a mão do gerador, percebemos um feixe de elétrons passando do gerador para a mão, assim como ocorre, em maior proporção, com as tempestades de raios;
>
> (ii) A luz da chave acende. Ao aproximar a chave do gerador ocorre uma passagem de elétrons gerando corrente elétrica, o que acende a luz.

Ao analisarmos as respostas apresentadas, considerando o contexto em que a sequência foi realizada, isto é, foram as primeiras aulas sobre processos de eletrização, entendemos que ambas as construções foram, de certa forma, bem elaboradas. Eles utilizaram termos e conceitos que ainda não haviam sido trabalhados em sala (como corrente elétrica e campo elétrico) e que estiveram presentes no debate realizado na primeira aula (sobre atitudes em uma tempestade de raios).

O grupo 1, na primeira questão, trouxe o conceito de eletrização por atrito e o utilizou para explicar o processo de eletrização do gerador de Van de Graaff e da nuvem. É interessante notar que os alunos falaram que o metal é um bom condutor térmico. Talvez isto tenha relação com o fato deles terem estudado termodinâmica na segunda série do ensino médio e visto que os metais são bons condutores de calor. Outra hipótese é que eles confundiram os termos, pois ao analisarmos a construção da resposta percebemos que eles estavam falando sobre as propriedades elétricas do material. A resposta da segunda questão não contém o termo 'corrente elétrica',

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

e os estudantes atribuíram ao campo elétrico a passagem de elétrons pela lâmpada, o que fez com que ela ascendesse.

O grupo 2 apresentou uma modelo mais simples para o primeiro problema, descrevendo o que ocorreu na experimentação. Diferentemente do primeiro, o grupo 2 utilizou o termo 'corrente elétrica', dizendo que ela estava presente no sistema e que ocorrem descargas elétricas quando aproximamos uma superfície do gerador, assim como ocorre com as nuvens. Na segunda questão, o acendimento da lâmpada também foi atribuído à passagem de elétrons ao aproximar a chave do gerador, e eles a denominaram de corrente elétrica.

Essas construções ilustram o que ocorreu na segunda aula da sequência. De modo geral, os modelos explicativos dos estudantes apontaram para a ideia de que a movimentação de elétrons provocava os fenômenos observados, com a incorporação de alguns termos e conceitos que enriqueceram as respostas, ainda que com certos equívocos. Isso sinaliza para a preocupação dos estudantes em incorporar termos científicos aos modelos (como corrente elétrica, campo elétrico e eletrização), o que mostra envolvimento com a tarefa, podendo ser considerado uma forma de engajamento. Além disso, foi explicitado um conhecimento prévio, importante para guiar as ações posteriores, e que também pode ser utilizado em sistematizações futuras.

A aula dois se propôs a contemplar a dimensão conceitual do aspecto científico do tema, enfocando nos conceitos de eletrização, que fazem parte do currículo escolar. A investigação de tais conceitos, no contexto dos experimentos a serem associados ao fenômeno dos raios, parece ter contribuído com o envolvimento dos estudantes na tarefa e na elaboração de modelos que mostram a utilização de termos da Ciência escolar, as quais, de certa forma, apontam na direção do modelo aceito pela Ciência. Vemos algumas inconsistências nos exemplos acima, as quais foram trabalhadas ao longo das aulas.

Notamos a ênfase dada ao gerador, o que reforça a hipótese de que os estudantes se envolveram mais com esse aparato. É possível, também, que eles tenham tido mais dificuldade em associar o eletróforo aos raios.

Aula 3

A terceira e última aula foi dedicada à sistematização dos conteúdos trabalhados. O PFI procurou elaborar um modelo explicativo consensual com a turma a partir

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

das diferentes construções dos grupos. A seguir apresentamos alguns trechos que caracterizam tal momento da aula.

Quadro 7: Interações discursivas da terceira aula

Transcrições	Indicadores de engajamento	Aspectos da Mediação
87. PFI - A parte de cima do gerador não era uma latinha? Tinha um fio encostando na latinha e encostava na correia. Pra que será?	Adesão às normas de comportamento e disciplina, com pouca interação emocional ou cognitiva com a tarefa, por parte da turma, de modo geral. Não notamos indicadores de engajamento nos moldes de Souza (2015).	Perguntas fechadas e, de certa forma, indutivas, sobre a dimensão científica conceitual do tema. Poucos alunos responderam, e o PFI protagonizou os discursos.
88. A21: Pra conduzir os elétrons.		
89. PFI - Pra conduzir os elétrons. Pensa, minha correia é positiva, tenho cargas positivas passando aqui (mostra o desenho da correia). Os opostos fazem o que? Se atraem. Ou seja, os elétrons que estavam aqui (mostra a latinha do esquema do gerador desenhado no quadro) querem ir pra onde?		
Ninguém responde.		
90. PFI - A minha latinha, inicialmente, ela é o que?		
91. Turma: Neutra.		
92. PFI - Então os elétrons que estavam na latinha vão querer fazer o que?		
Ninguém responde.		
93. PFI - Quando eu tenho uma carga positiva, eu tenho o que associado?		
94. A7: Um campo elétrico.		
95. PFI - Um campo elétrico e aí a gente vai ter um campo elétrico aqui (desenha linhas em volta da representação da latinha no quadro). Que é o que a gente sente né? Por que que você sente? Por que tem essa atração?		
Ninguém responde.		
96. PFI - O que que vai acontecer? Aqui eu tenho cargas positivas (aponta para o desenho da latinha no quadro), o que que vai acontecer (com a pessoa desenhada ao lado da latinha)?		
97. A1: Os elétrons vão querer ir (para a latinha).		
98. PFI - E como é que acontece nos raios? na vida real. Tem alguma semelhança com isso aqui? (aponta para o desenho do gerador).		
99. A21: Tem. As nuvens se aproximam, e aí os elétrons vão ficar querendo ir para o outro lado por causa dos... Dos positivos e aí vão ficar muito eletrizados negativamente e vai acontecer o raio.		

Fonte: os autores.

Os trechos acima representam, essencialmente, como foi a primeira parte da aula três. Destacamos que alguns dos principais elementos conceituais emergiram,

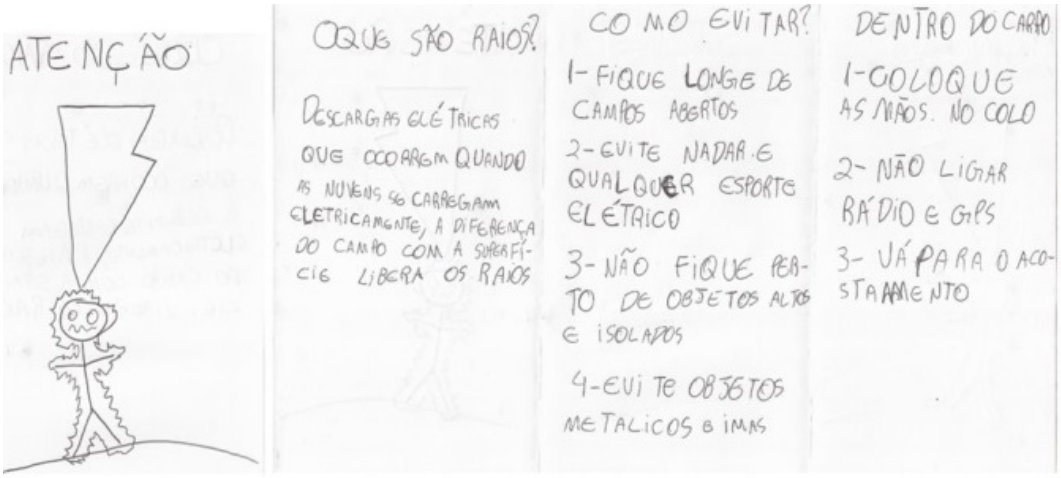
Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

como a série triboelétrica, diferença de potencial e campo elétrico, além da correlação entre os experimentos e os raios, mesmo com poucos estudantes apresentando indícios de engajamento disciplinar.

Na segunda parte da aula a tarefa foi elaborar um panfleto, que seria supostamente distribuído para a população, sobre o tema estudado. Os estudantes, ainda divididos nos mesmos grupos da aula anterior, tiveram liberdade para pensar no design e no conteúdo. O desenvolvimento desta atividade consumiu o restante do tempo, e a entrega ficou para a outra semana. A seguir apresentamos algumas das construções dos alunos.

Do ponto de vista estético o panfleto da figura 2 mostra-se pouco atrativo. Inicialmente, vemos uma definição de raios retirada de uma página da internet, com a tentativa de emprego de termos científicos, mas de modo pouco preciso. Paralelamente, há instruções de como evitar acidentes com descargas elétricas. Fora os problemas com a gramática, algumas dicas são ambíguas e dúbias. Isto sugere o cumprimento burocrático da tarefa.

Figura 2: Panfleto produzido pelo grupo 1.



Fonte: os autores.

No panfleto da figura 3 o grupo optou por abordar atitudes recomendadas e não recomendadas frente a uma tempestade com raios. Por meio de ilustrações descontraídas, foram contempladas, sem o emprego dos termos estudados na intervenção, as questões de ficar em locais abertos, dentro do carro e em baixo de uma árvore.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Nesta última o personagem fez uso da gíria que a turma costumava utilizar quando entendiam algo, como discutido no turno 72 da primeira aula. A produção sugere o trabalho colaborativo (pois a tarefa foi realizada em grupo) para a construção de explicações em diferentes contextos, indicando EDP2 e EDP3. Além disso, o cuidado e a atenção aos detalhes ratificam o envolvimento dos alunos com a tarefa, bem como uma dimensão social atrelada a aspectos que envolvem atitudes coletivas, ao invés de apenas individuais, ao projetarem um panfleto com potencial para atingir um grande público.

Figura 3: panfleto produzido pelo grupo 2.



Fonte: os autores.

A maioria dos panfletos contém elementos que apontam para a direção do que foi discutido anteriormente. Contudo, também tivemos construções com menos indícios de envolvimento com a tarefa, como no primeiro exemplo apresentado.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Considerações finais

Nossas analises revelaram uma oscilação entre os diferentes tipos de engajamento ao longo da intervenção. Tal oscilação relacionou-se a articulação mediação docente-dimensão investigativa/CTS. Notamos menor incidência de indicadores de engajamento disciplinar e produtivo e menos alunos envolvidos com a tarefa nos momentos em que predominaram as perguntas fechadas sobre a dimensão científica conceitual da QSC. De maneira similar, observamos maior incidência desses elementos quando foram feitas perguntas abertas e atividades (como o panfleto) sobre as tecnologias e atitudes a serem tomadas, as quais se aproximam mais das dimensões tecnológica e social do tema.

Consideramos que este resultado, juntamente com a discussão teórica assumida neste estudo, corrobora a hipótese de que o trabalho com QSC potencializa o engajamento dos estudantes, desde que atrelado a uma mediação pedagógica intencional e organizada para favorecer tal aspecto. Na mediação estabelecida pelo PFI notamos que em determinados momentos não houve o compartilhamento da autoridade epistêmica com os estudantes (que não é somente alternar os turnos de fala, mas sim possibilitar que os alunos efetivamente proponham e avaliem ideias junto com o professor), devido a natureza das questões, explicações e atividades propostas. Isso significa reconhecer que analisamos a mediação de um professor em formação inicial, assumindo a idiossincrasia de cada sala de aula e da relação professor-aluno que ali existe, sendo esta um construto paulatino.

Como implicações, apontamos a necessidade de realização de estudos de longo prazo que analisem os desdobramentos dessa articulação no trabalho com QSC. Tais estudos podem investigar, por exemplo, o engajamento de estudantes no trabalho com QSC fundamentado em outras abordagens ou metodologias, as quais, possivelmente, exigem outras formas de mediação e atividades. Esperamos ter contribuído com elementos e discussões que sustentam a premissa de que o ensino de Ciências deve contemplar o trabalho com questões sociocientíficas, conduzidas em abordagens ou metodologias que privilegiam o protagonismo intelectual dos estudantes na solução de problemas contextualizados. Assim, estimulam-se a tomada de consciência e as decisões socialmente responsáveis sobre a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Student's engagement during an inquiry about the Socio-scientific issue 'lightning'

Abstract

We analyze the students' engagement during an inquiry based class about the Socio-scientific issue 'lightning'. Our hypothesis is that an inquiry based class contextualized by means Socio--scientific issue (SSI) can leverage the student's engagement. The intervention was realized in the third year of high school education in a public school in Espírito Santo, in the first semester of 2019. The data was produced by the discursive interactions between teacher and pupils, collected by video recordings, teacher's field diary and reports elaborated by the students. In those data we search for indicators of engagement, disciplinary engagement and productive disciplinary engagement. The results show that the contextualization by means SSI contributed to the students' engagement. Their positions highlighted collective attitudes, instead individual. We noted the three types of engagement during the class. We attribute this to the pedagogical mediation established by teacher and the STS dimension of the theme. We consider that the results can assist to Socio-Scientific's lessons planning, and confirm the importance of the pedagogical mediation for the development of inquiry lesson and engagement.

Keywords: inquiry based teaching; Socio-scientific issue; engagement; disciplinary engagement; productive disciplinary engagement.

Nota

[1] Na abordagem investigativa, perguntas abertas são aquelas que não podem ser respondidas imediatamente por meio de equações ou conceitos. Elas devem inquietar os estudantes para que eles formulem respostas a partir de conhecimentos prévios ou de saberes construídos ao longo da investigação (BORGES, 2002).

Referências

AGUIAR JR., Orlando. Sequências de Ensino de Física orientadas pela pesquisa educacional: princípios orientadores e ação docente comprometida com mudanças. In: AGUIAR JR, O. (Org). **Sequências de ensino de Física orientadas pela pesquisa: experiências do PIBID e Pró-Mestre-UFMG. 1ª ed**. Belo Horizonte: Fapemig, 2018.

AIKENHEAD, Glen. **Educação Científica para todos**. Lisboa: Edições Pedagogo, 2009.

AULER, Décio.; BAZZO, Walter. A. Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n.1, p. 1-13, 2001.

BARCELLOS, Leandro da Silva. **O Ensino Da Interação Radiação-Corpo Humano nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental**: Uma Abordagem Investigativa e Colaborativa com Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade de Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

BARCELLOS, Leandro da Silva; GERVÁSIO, Suiany Vitorino; JONIS-SILVA, Mirian do Amaral; COELHO, Geide Rosa. A mediação pedagógica de uma licencianda em Ciências Biológicas em uma aula investigativa de ciências envolvendo conceitos físicos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 19, n.1, p. 37-65, 2019.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BORGES, Oto.; JULIO, Josimeire Meneses; COELHO, Geide Rosa. Efeitos de um ambiente de aprendizagem sobre o engajamento comportamental, o engajamento cognitivo e sobre a aprendizagem. In: V ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2005, Bauru. **Anais**... Bauru, 2005. 1 CD-ROM.

CARDOSO, Zaira Zangrando; ABREU, Rosana Oliveira Dantas; STRIEDER, Roseline Beatriz. Educação CTS e Engajamento dos(as) alunos(as): desafios para a sala de aula. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2019, Natal. **Anais**... Natal, 2019, p. 1-8.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CAZARRÉ, Marieta. Brasil registra média de 78 milhões de raios por ano, diz Inpe. EBC - Empresa Brasil de Comunicação. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-09/brasil-registra-media-de-78-milhoes-de-raios-por-ano-diz-inpe>. 2017. Acesso em: 08 fev. 2020.

COELHO, Geide Rosa; AMBRÓZIO, Rosa Maria. O ensino por investigação na formação inicial de professores de Física: uma experiência da Residência Pedagógica de uma Universidade Pública Federal. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Belo Horizonte, v. 36, n. 2, p. 490-513, 2019.

COELHO, Rafael Furtado. **O estudo sobre os benefícios e riscos das radiações com enfoque CTS articulado à perspectiva investigativa**: um projeto de Ensino desenvolvido no IFES Cachoeiro de Itapemirim. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade de Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.

ENGLE, Randi; CONANT, Faith. Guiding Principle for Fostering Productive Disciplinary Engagement: explaining an emergent argument in a community of learners classroom. **Cognition and Instruction**, v. 20, n. 4, p. 399-484, 2002.

FARIA, Alexandre Fagundes; VAZ, Arnaldo de Moura. Engajamento de estudantes em investigação escolar sobre circuitos elétricos simples. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 21, p. 1-28, 2019.

FREDRICKS, Jennifer; BLUMENFELD, Phyllis; PARIS, Alison. School engagement: potential of the concept, state of the evidence. **Review of Educational Research**, Pittsburgh, v. 74, n. 1, p. 59-109, 2004.

GENOVESE, Cinthia Leticia de Carvalho Roversi; GENOVESE, Luiz Gonzaga Roversi; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco de. Questões sociocientíficas: origem, características, perspectivas e possibilidades de implementação no ensino de Ciências a partir dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Belém, v.15, n. 34, p. 05-17, 2019.

JULIO, Josimeire; VAZ, Arnaldo; FAGUNDES, Alexandre. Atenção: alunos engajados - análise de um grupo de aprendizagem em atividade de investigação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 63-81, 2011.

MARQUES, Amanda Cristina Teagno Lopes; MARANDINO, Martha. Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 44, e170831, p. 1-19, 2018.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

PEDRETTI, Erminia. Septic tank crisis: A case study of science, technology and society education in an elementary school. **International Journal of Science Education**, Ontario, v. 19, n.10, p. 1211-1230. 1997.

PEDROSO, Marcos Azevedo. **As contribuições da articulação entre o ensino por investigação e o enfoque CTS para o desenvolvimento de conceitos de física moderna no ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade de Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antônio. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação (UNESP)**, Bauru, v. 13, p. 71-84, 2007.

RATCLIFFE Mary; GRACE Marcus. **Science education for citizenship**: teaching socioscientific issues. Maidenhead: Open University Press, 2003.

SADLER, Troy. Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 5, p. 513-536, 2004.

SADLER, Troy. Situated learning in science education: socioscientificissues as contexts for practice. **Studies in Science Education**, v. 45, n. 1, p. 1-42, 2009.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, p. 1-12, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2016.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre Ciências da natureza e escola. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. esp., p. 49–67, 2015.

SASSERON, Lucia Helena. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 2018.

SASSERON, Lucia Helena. Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de ciências: análise de uma situação. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 23, p. 1-17, 2021.

SASSERON, Lucia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, Lucia Helena; DUSCHL, Richard. Ensino de Ciências e as Práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 21, p. 52-67, 2016.

SOUZA, Tadeu Nunes de. **Engajamento disciplinar produtivo e o ensino por investigação**: estudo de caso em aulas de física no ensino médio. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

ZEIDLER, Dana; SADLER, Troy; SIMMONS, Michael; HOWES, Elaine. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Perspectivas da modelagem matemática nos cursos de licenciatura em matemática no Brasil

Lucineia Oenning*, Elisângela Aparecida dos Santos**, Márcio Urel Rodrigues***

Resumo

O presente artigo é um recorte de uma pesquisa de Mestrado inserida no Âmbito da formação inicial de Professores de Matemática que objetivou **investigar a maneira como a Modelagem Matemática está explicitada nos Projetos Pedagógicos de Curso de Licenciatura em Matemática no Brasil, bem como identificar as diferentes perspectivas de Modelagem Matemática contidas na formação inicial de professores de Matemática no Brasil.** A questão norteadora da pesquisa foi: **O que se revela sobre a presença da Modelagem Matemática nos Projetos Pedagógicos de Curso de Licenciatura em Matemática no Brasil?** Adotamos os pressupostos da pesquisa qualitativa na modalidade documental, sendo o *corpus* da pesquisa constituído por 235 PPCs de Licenciatura em Matemática no Brasil, nos quais, analisamos as ementas das disciplinas. Utilizamos como referencial teórico as bases do conhecimento para o ensino propostas em Shulman (1986), e pesquisas que abordam especificamente a Modelagem Matemática nas Licenciaturas em Matemática. Para direcionar à análise dos dados (ementas dos PPCs) recorremos à Análise de Conteúdo na perspectiva de Bardin (1977) e Rodrigues (2019), a qual nos possibilitou a constituição de duas Categorias de Análise: (i) Aplicações da Matemática com Modelagem Matemática; e (ii) Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática por meio da Modelagem Matemática, pelas quais interpretamos por meio dos aportes teóricos da pesquisa – o que nos proporcionou compreensões do objeto investigado. Identifi-

* Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Pós-graduação – PPGCEM - da Universidade Estadual de Mato Grosso – UNEMAT – Barra do Bugres/MT. Professora da Educação Básica do Estado de Mato Grosso – Barra do Bugres/MT. E-mail: neiaoenning@hotmail.com Orcid: https://orcid.org/0000-0002-7137-9957

** Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Pós-graduação – PPGCEM - da Universidade Estadual de Mato Grosso – UNEMAT – Barra do Bugres/MT. Professora da Educação Básica do Estado de Mato Grosso – Tangará da Serra/MT. E-mail: elisangelaa.santos@hotmail.com Orcid: https://orcid.org/0000-0003-2765-236X

*** Doutor em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista – Unesp/Rio Claro/SP. Professor da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/Barra do Bugres/MT. E-mail: marcio.rodrigues@unemat.br Orcid: http://orcid.org/0000-0001-8932-3815

https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.12633
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
Recebido em: 03/06/2021 – Aceito em: 07/02/2022
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

camos à presença de apenas 43 disciplinas que abordam a Modelagem Matemática dos 235 Projetos Pedagógicos dos Cursos de Licenciatura em Matemática, o que equivale a 18,3%. Identificamos 25 disciplinas obrigatórias de Modelagem Matemática com carga horária de até 60 horas e 18 disciplinas com carga horária maior de 60 horas. Esses dados revelam uma carga horária insuficiente para trabalhar as diferentes perspectivas, concepções, abordagens, atividades e possibilidades de práticas de ensino envolvendo a Modelagem Matemática na formação do futuro professores de Matemática que atuará nas escolas da Educação Básica. Assim sendo, inferimos a necessidade de duas disciplinas com carga horária de 60 horas cada envolvendo as duas perspectivas (focos das categorias) de Modelagem Matemática na formação inicial de professores de Matemática, pois constatamos que a Modelagem Matemática pode ser abordada como aplicações de conteúdos de Matemática, bem como abordagem metodológica de ensino de Matemática.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Licenciatura em Matemática. Conhecimentos Necessários à Docência. Modelos Matemáticos. Projetos Pedagógicos de Cursos.

Introdução

No presente artigo partimos do princípio da necessidade de fomentar o debate e aprofundamentos das diferentes perspectivas da Modelagem Matemática no contexto da formação inicial de professores de Matemática no Brasil. Para isso, realizamos um recorte da dissertação de mestrado "Modelagem Matemática nos Cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil: Um Olhar Para os Projetos Pedagógicos de Cursos" e defendida em março de 2021 no Programa da Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT – Campus de Barra do Bugres/MT.

A referida pesquisa esteve vinculada ao projeto de pesquisa intitulado "Conhecimentos Necessários à Docência e à Formação Inicial de Professores de Matemática no Estado de Mato Grosso", institucionalizado na Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, por meio da Portaria nº 1049/2017 de 03 de maio de 2017, coordenado pelo Dr. Márcio Urel Rodrigues. Além disso, sua configuração sofreu influência dos professores e pesquisadores participantes do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática nas Escolas – GEPEME/UNEMAT[1]

A nossa motivação para realizar a pesquisa consiste na possibilidade de elencarmos reflexões e interpretações sobre a Modelagem Matemática para aperfeiçoar a formação inicial do professor de Matemática, pois diversos pesquisadores: Almeida e Dias (2007); Barbosa (2001, 2002, 2004), Biembengut e Hein (2005), Burak e Kluber (2013); Meyer, Caldeira e Malheiros (2011) entre outros, evidenciam que o

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

objetivo é levar aos professores a Modelagem Matemática como uma abordagem teórico-prática e alternativa na prática profissional.

Considerando o exposto acima, objetivamos investigar a maneira como a Modelagem Matemática está explicitada nos Projetos Pedagógicos de Curso de Licenciatura em Matemática no Brasil. Buscando atender aos objetivos da presente pesquisa constituímos à seguinte questão de investigação: O que se revela sobre a presença da Modelagem Matemática nos Projetos Pedagógicos de Curso de licenciatura em Matemática no Brasil?

Na busca por respostas a esse questionamento, acreditamos que os dados apresentados neste artigo proporcionarão reflexões a respeito das perspectivas da Modelagem Matemática trabalhadas com os futuros Professores de Matemática nos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil, pois o nosso foco foi analisar os PPCs em um contexto global.

Tendo em vista os objetivos e a pergunta norteadora, no presente trabalho, em um primeiro momento, explicitamos a nossa fundamentação teórica envolvendo algumas pesquisas relacionadas a Modelagem Matemática na Formação Inicial de Professores de Matemática. Em um segundo momento, apresentamos os procedimentos metodológicos seguido – abordagem qualitativa na modalidade documental, os procedimentos de coleta para a constituição do *corpus* da pesquisa e os procedimentos de análise dos dados - Análise de Conteúdo na perspectiva de Bardin (1977). No terceiro momento, apresentamos a descrição dos dados objetivos. No quarto momento, apresentamos o movimento de constituição das Categorias de Análise. No quinto momento, realizamos a análise interpretativa das categorias. No sexto momento apresentamos os resultados obtidos e considerações finais, seguido do registro das referências bibliográficas que foram utilizadas no desenvolvimento da pesquisa.

Modelagem Matemática na Formação de Professores de Matemática

A Modelagem Matemática tem sido foco de interesse em várias teses, dissertações e artigos, bem como discutida em diversos eventos como, EBRAPEM - Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós graduação em Educação Matemática, ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática, CNMEM Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, que se encontra em sua 11ª edição e CREMM

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

- Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino. A linha de pesquisa em Modelagem Matemática é atuante na área de pesquisa do Brasil. Diante disso comprovamos que há um número expressivo de publicações sobre Modelagem Matemática em eventos de grande relevância no País, confirmando sua importância no cenário educacional.

Neste momento, recorremos a diversos pesquisadores que abordam aspectos relacionados à importância dos conceitos de Modelagem Matemática para os processos de formação inicial de Professores de Matemática. Pesquisas sobre a prática de Modelagem Matemática nos diversos níveis de ensino vem ganhando espaço nos debates da comunidade de pesquisadores, principalmente no âmbito da formação inicial de professores. Diversos pesquisadores reforçam a ideia de que é preciso que a Modelagem seja incorporada, na prática, nos cursos de Licenciatura em Matemática.

A formação inicial de professores de Matemática tem sido investigada a partir de diferentes enfoques, dentre as quais a Modelagem Matemática, que pode ser compreendida *"como uma abordagem pedagógica para os processos de ensino e aprendizagem da Matemática ou como um caminho metodológico para se trabalhar Matemática em sala de aula"* (MALHEIROS, 2014. p. 02). Sobre a formação inicial de professores de Matemática, Malheiros (2014) diz que

> *A formação inicial de professores de Matemática tem sido investigada a partir de diferentes enfoques, dentre as quais a Modelagem Matemática. No contexto da Educação Matemática, pesquisas evidenciam que é preciso que a Modelagem Matemática seja incorporada, na prática, nos cursos de Licenciatura em Matemática*. (MALHEIROS, 2014, p. 01)

Salientando, ainda, que a quebra de previsibilidade diante das ações, ao se fazer Modelagem, deve ser proposta como um desafio aos futuros professores, pois "a familiarização dos professores com a Modelagem por meio do 'fazer Modelagem' enquanto alunos é importante e, sendo assim, eles devem também desenvolver atividades de Modelagem e não apenas realizar leituras sobre o tema" (MALHEIROS, 2014, p. 01).

Almeida e Dias (2007, p. 258), declaram que a Modelagem Matemática se apresenta como uma tendência da Educação Matemática, e as pesquisas vêm evidenciando-a como um conhecimento essencial na formação de professores de Matemática, pois ela *"pode ser um espaço de produção e negociação de significados, contribuindo para a elaboração/construção e apropriação compreensiva e crítica do conhecimento matemático*". Além disso, a Modelagem Matemática nos cursos

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

de Licenciatura proporciona aos professores a possibilidade de: *"aprender sobre a Modelagem Matemática; aprender por meio da Modelagem Matemática; ensinar usando Modelagem Matemática"* (ALMEIDA; DIAS, 2007, p. 266).

Meyer, Caldeira e Malheiros (2011, p. 66) enfatizam que na formação inicial do professor de Matemática é preciso proporcionar experiências com a metodologia da Modelagem Matemática para os futuros professores, pois assim eles poderão desenvolvê-la no ensino de Matemática na Educação Básica. Para isso, *"os futuros professores deverão ser preparados para que eles, junto com os seus alunos, atuem como pesquisadores de sua vivência cotidiana e, a partir delas, possam buscar os sentidos que são produzidos nas regras e convenções"*.

Segundo Meyer, Caldeira e Malheiros (2011, p. 40), com a utilização da Modelagem Matemática em sala de aula, os professores poderão mostrar para os alunos que a Matemática serve para compreendermos mais a realidade que nos cerca, além de buscar entender a realidade dos alunos e de suas comunidades. Ainda segundo os autores, "*os professores de Matemática devem estar dispostos a discutir, nas escolas, problemas advindos da realidade dos alunos. Problemas de fora da escola. E isso, se algum dia for incorporado nas nossas escolas, mudará muito nossas práticas educacionais*."

Complementando, os referidos pesquisadores enfatizam que uma característica essencial para se trabalhar com a Modelagem Matemática na sala de aula é fazer com que os alunos explorem os conteúdos matemáticos a partir dos problemas da realidade, porque "*a Modelagem não trabalha com problemas inventados, 'teóricos' – aqueles que, de modo um tanto injusto, chamamos pejorativamente de 'problemas de livro texto' –, mas com problemas reais*" (MEYER, CALDEIRA, MALHEIROS, 2011, p. 34-35).

Nesta perspectiva, Oliveira (2016) enfatiza a importância da disciplina de Modelagem Matemática, afirmando que *"elas contemplam desde um momento de garantir a formação do sujeito como cidadão inserido numa sociedade, até uma formação enquanto futuro profissional"*. Para o referido autor, outra contribuição, decorrente da disciplina,

> *É a apreensão dos encaminhamentos da Modelagem, por parte dos alunos, a fim de que possam participar elaborando, desenvolvendo e aprendendo o processo de condução, com possibilidades de resgatar conceitos já estudados. Além disso, é um momento para que os futuros professores possam compreender a aplicabilidade dos conteúdos, seja no cotidiano, seja no decorrer do curso (estágios, práticas, PIBID), ou instigar o aprofundamento em cursos de pós-graduação, por exemplo*. (OLIVEIRA, 2016, p. 104)

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Junior e Soares (2015) também destacam a importância de ter a Modelagem Matemática como disciplina na formação docente para que se contribua com a formação qualificada dos futuros professores e para a melhoria do ensino e aprendizagem de Matemática. Além disso, afirmam que:

> [...] *Objetiva investigar e mostrar as aplicações da Matemática e dos modelos em diferentes áreas do conhecimento e níveis de ensino. Além disso, busca condicionar ao estudante o desenvolvimento de pesquisas e investigações, visto que este é conduzido a ser responsável pela sua própria aprendizagem, ou seja, desenvolver sua autonomia*. (JUNIOR; SOARES, 2015, p. 35).

Complementando, os referidos autores, explicitam que a Modelagem no processo de ensino e aprendizagem na formação dos professores desperta o interesse dos alunos por meio de problemas que estejam próximos da realidade, possibilitando assim, *"a reflexão da prática docente diante do campo de pesquisa e investigação da Educação Matemática por meio da Modelagem, bem como estimula o espírito inovador e a valorização da Matemática"* (JUNIOR; SOARES, 2015, p. 36).

Corroborando os autores citados, Leite (2008, p. 118) acredita que a disciplina de Modelagem Matemática num curso de licenciatura *'pode ser uma grande aliada no desenvolvimento das habilidades e competências, colaborando para a formação de um professor crítico, criativo e com uma ampla visão da matemática'*. Complementando, a referida autora destaca que a utilização efetiva da Modelagem Matemática na prática pedagógica ocorre, ainda, de forma discreta e isolada.

Para Barbosa (2001, p. 10), a Modelagem Matemática pode contribuir para a formação dos futuros professores de Matemática, pois "*ao ter experiências com Modelagem na posição de aprendiz*", o futuro professor poderá "*projetá-las de alguma maneira para seu trabalho*". Nesta perspectiva, o referido pesquisador ressalta que a formação de professores em relação à Modelagem deve transcender as vivências matemáticas, pois *"é necessário igualmente envolvê-los com conhecimentos associados às questões curriculares, didáticas e cognitivas da Modelagem na sala de aula, os quais só têm sentido na própria prática* (BARBOSA, 2001, p. 14).

Para o referido pesquisador, se os futuros professores de Matemática possuírem experiências com Modelagem Matemática na posição de alunos aprendentes, eles terão condições de projetarem suas práticas pedagógicas com a Modelagem Matemática, pois durante o processo de planejamento poderão surgir reflexões a partir das suas próprias experiências com as atividades da Modelagem Matemática.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Uma forma de amenizar essas dificuldades sobre a aplicação da Modelagem, segundo os autores, apoiando-se em Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 24), é *"possibilitar ao professor uma boa formação sobre ela"*; para eles *"é fundamental que seja estruturada uma formação docente em Modelagem Matemática a partir da tríade 'aprender sobre', 'aprender por meio' e 'ensinar usando'"*. Diante disto, os autores supracitados dizem que a Modelagem Matemática, como estratégia de ensino e aprendizagem, oportuniza aos professores da Educação Básica refletir sobre a prática docente, ao reconhecerem "*uma das possibilidades para estimular os alunos para as aulas de Matemática, assim como para melhorar e aprimorar as aulas desta disciplina"*.

Além do referencial explicitado, a Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019, define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e enfatiza que ela deve ter por referência a Base Nacional Comum Curricular (BNCC-Educação Básica). Sendo assim, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) faz referência à importância da Modelagem Matemática, assim como outras metodologias, como uma alternativa para auxiliar ao desenvolvimento do estudante, pois *"podem ser citados como formas privilegiadas da atividade matemática, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental"* (BRASIL, 2019, p. 264).

Procedimentos Metodológicos

Utilizamos os pressupostos da pesquisa qualitativa, pois esta envolve uma abordagem naturalista, tendo a capacidade de situar o pesquisador no mundo. Além disso, corroboramos com Creswell (2007, p. 186), o qual nos diz que a pesquisa qualitativa é fundamentalmente interpretativa, na qual o pesquisador faz uma interpretação dos dados, incluindo "*o desenvolvimento da descrição de uma pessoa ou de um cenário, análise de dados para identificar temas ou categorias e, finalmente, fazer uma interpretação ou tirar conclusões sobre seu significado, pessoal e teoricamente*".

Entre as diferentes modalidades da pesquisa qualitativa, definimos a nossa como uma pesquisa na modalidade documental, na qual *"os documentos normalmente são considerados importantes fontes de dados para outros tipos de estudos qualitativos, merecendo, portanto, atenção especial"* (GODOY, 1995, p. 2). Baseamo-nos nos procedimentos adotados por Rodrigues, Silva e Ferreira (2016, p. 306) para pesquisas

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

envolvendo Projetos Pedagógicos de Cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil. Para os referidos pesquisadores, *"os documentos escritos [...] representam o que oficialmente os cursos de Licenciatura em Matemática estão se propondo a fazer em termos das referências bibliográficas utilizadas, concernentes ao campo conceitual da Educação Matemática"*.

Na presente pesquisa, utilizamos os PPCs dos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil. Assim sendo, o nosso foco foi analisar as ementas dos documentos oficiais das Licenciaturas em Matemática no Brasil. Não consideramos, nem questionamos, se os formadores de professores utilizam em suas práticas pedagógicas o referencial mencionado nos Planos de Disciplinas e nem se eles conhecem tais documentos. Para nós, neste texto, o aspecto principal é o documento oficial, e não as práticas dos formadores. Adotamos essa postura, por entender que o teor desses documentos nos fornece acesso à perspectiva oficial relacionada a Formação de Professores de Matemática dos cursos em questão, já que são (re) elaborados por profissionais envolvidos com o curso nos Núcleos Docentes Estruturantes (NDEs), passando pela aprovação em diferentes instâncias no interior de cada Instituição de Ensino Superior (IES).

Procedimentos de coleta de dados – Constituindo o corpus da pesquisa

Considerando a perspectiva da pesquisa qualitativa segundo a estratégia documental, definimos os caminhos percorridos para a constituição do *corpus* da presente pesquisa. Para Bardin (1977, p. 96), *"o corpus é o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos"*.

O *corpus* foi constituído por 235 projetos pedagógicos de cursos de Licenciatura em Matemática do Brasil. Tivemos acesso aos todos os PPCs de duas maneiras: (i) 190 PPCs por meio da pesquisa de Rodrigues e Silva (2019), intitulada: "Disciplina de Estatística na Matriz Curricular dos Cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil", onde os referidos autores realizaram uma análise de PPCs dos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil; (ii) e 45 PPCs por meio de uma consulta aos cursos de Licenciatura em Matemática do Brasil na página institucional do Ministério da Educação - http://portal.mec.gov.br/index.php e realizamos uma busca avançada no e-MEC, que pode ser acessado através do endereço eletrônico: https://emec.mec.gov.br/.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Em relação as características dos PPCs, apresentamos, na Figura 1, o quantitativo por Estado dos 235 cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil identificados no levantamento realizado.

Figura 1: Quantitativo dos 235 PPCs por Estado



Fonte: Dados da Pesquisa.

Com base no gráfico, explicitado na Figura 1, observamos que tivemos PPCs de todos os estados das cinco regiões do Brasil, sendo que a maioria dos PPCs consultados se encontram na região Sudeste (72 PPCs), o que corresponde a 30,6% dos

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

cursos, seguido da região Nordeste (57 PPCs) com 24,2%, logo após a região Sul (42 PPCs) com 17,9%, em seguida a região Centro Oeste (34 PPCs) com 14,5%, e a menor representatividade corresponde a região Norte (30 PPCs) com 12,8%.

Na Tabela 1, apresentamos o quantitativo por categoria dos cursos consultados nos PPCs.

Tabela 1: Distribuição dos 235 PPCs por Categoria Administrativa

Categoria	f	%
Confessional/Comunitária	7	3%
Particular	26	11%
Pública	202	86%
Total	235	100%

Fonte: Dados da Pesquisa.

Como consta na tabela 1, percebemos que 86% dos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil consultados, correspondem a universidades públicas, seguido pelas universidades particulares que correspondem a 11% e 3% a confessional/comunitária.

Apresentamos, na Tabela 2, o quantitativo por modalidade dos 235 cursos pesquisados de Licenciatura em Matemática no Brasil.

Tabela 2: Distribuição dos 235 PPCs por Modalidade

Modalidade	f	%
Distância	28	12%
Presencial	200	85%
Semi presencial	7	3%
Total	235	100%

Fonte: Dados da Pesquisa.

Conforme mostra a Tabela 2, a maioria dos cursos em questão, são presenciais, ou seja, cerca de 85% dos cursos consultados, 12% dos PPCs que consultamos possuem o curso de Licenciatura em Matemática a distância e aproximadamente 3% dos cursos são semipresenciais.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Procedimentos de Análise de Dados

Como procedimentos de análise de dados, utilizamos a Análise de Conteúdo na perspectiva apresentada por Bardin (1977):

> *Um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter, por procedimentos objetivos e sistemáticos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens* (BARDIN, 1977, p.42).

Para a referida autora, a Análise de Conteúdo na perspectiva qualitativa indica: "*o que serve de informação é a presença ou a ausência de uma dada característica num determinado fragmento de mensagem que é tomado em consideração"* (BARDIN, 1977, p. 38).

A esse respeito, Rodrigues (2019, p. 23) aponta que os pesquisadores a fim de compreender profundamente o objetivo da pesquisa, podem utilizar diversos conceitos da Análise de Conteúdo para organizar, tratar e interpretar dos dados coletados de toda classe de documentos e textos. Complementando, o referido autor afirma que ao utilizar a Análise de Conteúdo, "*o pesquisador precisa ter cuidado para descrever cada uma das fases de análise, pois, por mais que se mantenham a flexibilidade e a criatividade, caracteriza-se como forma de explicitar a organização dos dados na redação da pesquisa*".

Para Bardin (1977) a Análise de Conteúdo é organizada em três fases – (i) Pré-Análise; (ii) Exploração do Material; e (iii) Tratamento dos Resultados. A primeira fase da Análise de Conteúdo - Pré - Análise, - corresponde à organização do material a ser analisado, com o objetivo de torná-lo operacional, sistematizando as ideias iniciais; assim, decidimos quais informações estavam efetivamente relacionadas aos objetivos da pesquisa. Primeiramente realizamos uma Leitura Flutuante, com o objetivo de identificarmos aspectos relevantes ao objetivo da pesquisa. Uma vez que a Leitura Flutuante consiste em *"estabelecer contato com os documentos a analisar e em conhecer o texto deixando-se invadir por impressões e orientações"* (BARDIN, 1977, p. 96).

A segunda fase da Análise de Conteúdo - exploração do material, está relacionada à realização de um estudo mais aprofundado. Para Bardin (1977, p. 101), nessa fase, *"os resultados brutos são tratados de maneira a serem significativos (falantes) e válidos"*. A terceira fase - interpretação das Categorias de Análise, está relacionada ao processo de tratamento dos dados, e possui como objetivo obter uma

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

possível compreensão do objeto investigado. Assim, para cada Categoria de Análise, iremos elaborar um texto interpretativo no qual procuramos descrever o conjunto de significados presentes nas diversas unidades de análise, sendo discutidas e interpretadas de acordo com a literatura relacionada com a problemática da pesquisa.

Com base nos dados coletados dos PPCs, procedemos de duas formas para tratá-los: uma para os dados quantitativos, onde classificamos ou ordenamos os dados a fim de explicitar as informações dos 235 PPCs; e outra para os dados qualitativos, onde utilizamos a técnica de Análise de Conteúdo.

Descrição Objetiva das Disciplinas de Modelagem Matemática

Em relação às características da disciplina de Modelagem Matemática tidas como obrigatórias dos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil, apresentamos, a seguir, algumas características da referida disciplina identificadas no levantamento realizado. Ressaltamos que consultamos todos os PPCs por meio de quatro palavras chaves: (i) Modelagem Matemática; (ii) Modelo; (iii) Modelação Matemática e (iv) Modelagem, para identificarmos sua presença nas matrizes curriculares dos cursos de licenciatura em Matemática no Brasil.

Apresentamos na Tabela 3, o quantitativo sobre a obrigatoriedade da disciplina de Modelagem Matemática nos 235 cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil identificados no levantamento realizado.

Tabela 3: Obrigatoriedade da Disciplina de Modelagem Matemática nos PPCs

Opções	Frequência	Percentual - %
Obrigatórias	43	18,3%
Optativas	44	18,7%
Não constam nos PPCs	148	63%
Total	235	100%

Fonte: Dados da Pesquisa.

Com base na Tabela 3, verificamos que apenas 18,3% dos PPCs consultados das Licenciaturas em Matemática possuem em sua matriz curricular a disciplina de Modelagem Matemática como obrigatória e 18,7% possuem a disciplina de Modelagem Matemática como optativa em sua matriz curricular, e infelizmente 63% destes cursos sequer mencionam a temática da Modelagem Matemática como tópico de outra disciplina em seus PPCs, nem sendo obrigatória e nem como optativa.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Esses dados revelam uma presença ínfima e superficial de disciplinas envolvendo a Modelagem Matemática, nos Projetos Pedagógicos de cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil. Diversos autores defendem a ideia de que é preciso que a Modelagem seja incorporada, na prática, nos cursos de Licenciatura em Matemática. A esse respeito, Ceolim e Caldeira (2013) declaram que existem diversos obstáculos e barreiras para o desenvolvimento de atividades de Modelagem em sala de aula pelos professores de Matemática.

> *A falta de conhecimento sobre a fundamentação da Modelagem Matemática pode ser considerada um dos principais obstáculos para o desenvolvimento de atividades de Modelagem em sala de aula. Um dos motivos é o fato de poucos cursos de licenciatura de Matemática no Brasil possuírem a disciplina de Modelagem na perspectiva da Educação Matemática.* (CEOLIM; CALDEIRA, 2013, p. 7719)

Nesta perspectiva, Barbosa (2001), enfatiza ser preciso "fazer" Modelagem na formação inicial, baseando no conhecimento prático dos futuros professores de Matemática.

> *Trata-se daqueles conhecimentos que o professor gera nas situações, nos acertos e dilemas da própria prática de Modelagem na sala de aula. O professor deve ter a oportunidade de refletir sobre as experiências com Modelagem no contexto escolar: como organizaram, que estratégias utilizaram, que dificuldades tiveram, de que forma os alunos reagiram, como foi a intervenção do professor etc. A reflexão sobre estas vivências possibilita aos professores a geração de conhecimentos que possam subsidiar suas práticas pedagógicas com Modelagem* (BARBOSA, 2001, p. 9).

Em um outro momento, Barbosa (2002, p. 1): ao se referir a inserção da Modelagem Matemática na formação de professores, enfatiza que "*se a Modelagem é uma proposta corrente na Educação Matemática, os professores devem conhecê-la para decidirem autonomamente sobre a inclusão desse ambiente de aprendizagem - e de que modo - nas suas práticas docentes*".

Para que isso ocorra, entendemos ser preciso um movimento reflexivo e crítico dos formadores de professores de Matemática para que considerem as proposições das pesquisas científicas que defendem a proposição de que é importante colocar a Modelagem Matemática de forma mais ativa nas matrizes curriculares das licenciaturas em Matemática no Brasil, pois os futuros professores de Matemática precisam desenvolvam ganhar familiaridade com a integração da Modelagem Matemática como abordagem pedagógica para o ensino de Matemática na Educação Básica.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Continuando, a carga horária das 43 disciplinas de Modelagem Matemática obrigatórias nos 235 cursos pesquisados de Licenciatura em Matemática no Brasil está informada na Tabela 4.

Tabela 4: Carga Horária das disciplinas de Modelagem Matemática

Carga Horária	Frequência	Percentual - %
Até 60h	25	58%
Mais de 60h	18	42%
Total	43	100%

Fonte: Dados da Pesquisa.

Com base na Tabela 4, identificamos que 25 disciplinas de Modelagem Matemática possuem uma carga horária de até 60 horas para tal disciplina, que representa aproximadamente 58% dos 43 PPCs que encontramos a referida disciplina como obrigatória. Com mais de 60 horas, encontramos 18 disciplinas de Modelagem Matemática na matriz curricular dos cursos de Licenciatura em Matemática, o que representa 42% dos 43 PPCs que encontramos a referida disciplina como obrigatória.

Esses dados revelam uma carga horária insuficiente para trabalhar as diferentes concepções, abordagens, atividades e possibilidades de práticas de ensino envolvendo a Modelagem Matemática na formação do futuro professores de Matemática que atuará nas escolas da Educação Básica.

A esse respeito, Ceolim e Caldeira (2013) a pequena carga horária contribui para a falta de conhecimento dos professores a respeito de como desenvolver atividades de Modelagem Matemática em sala de aula.

> *Outro ponto é o fato de os resultados de pesquisas nesse campo não chegarem de forma significativa aos professores da Educação Básica, além do que, os cursos de formação realizados têm carga horária reduzida, não sendo suficiente para o embasamento prático e teórico.* (CEOLIM; CALDEIRA, 2013, p. 08)

Desta maneira, explicitamos a necessidade de contemplar mais disciplinas envolvendo a Modelagem Matemática nos PPCs de Licenciatura em Matemática no Brasil, pois os futuros professores de Matemática precisam vivenciar em seus processos de formação inicial, experiências pedagógicas com a Modelagem Matemática em sala de aula.

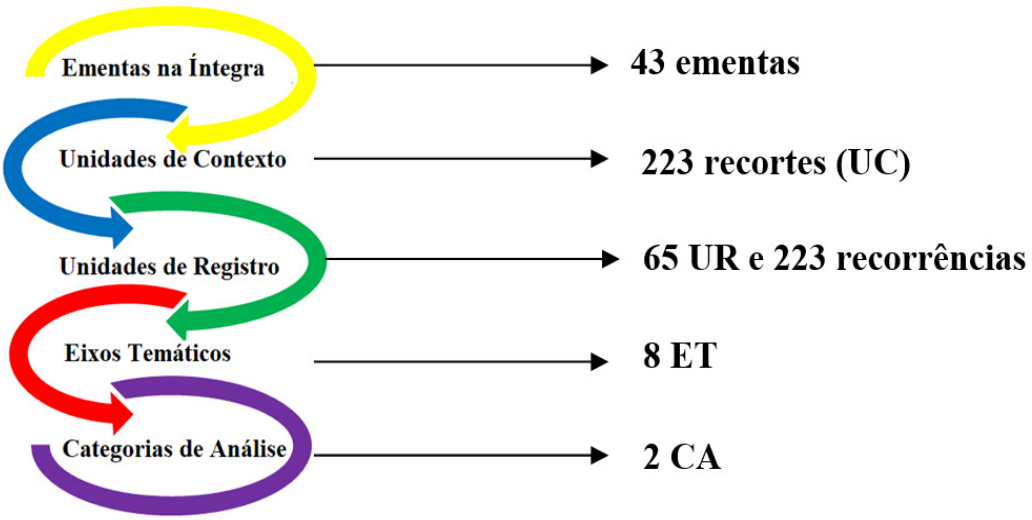
Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Movimento de Categorização dos Dados

Neste momento, apresentamos o movimento do processo de categorização dos dados, por meio do procedimento da Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977). Esses dados são referentes às Ementas das 43 disciplinas de Modelagem Matemática tidas como obrigatórias encontradas nos 235 PPCs de Licenciatura em Matemática no Brasil.

Apresentamos a seguir a Figura 2, que ilustra todo o Processo de Categorização dos Dados.

Figura 2: Processo de Categorização dos Dados



Fonte: Elaborado pelos Autores.

Conforme mostrado na Figura 2, o processo de categorização dos dados se deu após uma análise minuciosa das 43 ementas que identificamos nas disciplinas de Modelagem Matemática. Sendo obtidos 65 registros e 223 recorrências que foram organizadas em uma planilha eletrônica.

Iniciamos a primeira fase da Análise de Conteúdo realizando a organização, familiarização e leitura flutuante das 43 ementas, pois segundo Bardin (1977), o primeiro contato com os documentos que serão submetidos à análise, consiste na leitura exaustiva dos dados brutos, com o objetivo extrair os elementos que "*saltam aos olhos*"

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

A próxima fase envolve a exploração do material para a codificação, cujo objetivo é identificar as unidades de contexto, unidades de registro, eixos temáticos e categorias de análise.

As Unidades de Contexto são concebidas como sendo partes ou trechos significativos das respostas ou depoimentos que conduzem à identificação das Unidades de Registro, pois, segundo Bardin (1977, p. 107), uma "*Unidade de Contexto corresponde ao segmento da mensagem, cujas dimensões (superiores às da Unidade de Registro) são ótimas para que se possa compreender o significado exato da Unidade de Registro*".

As Unidades de Registro são constituídas das Unidades de Contexto e são concebidas por Bardin (1977, p. 104) como sendo "*uma unidade de significação a codificar e corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade de base, visando à categorização*". O autor ressalta que as Unidades de Registro são definidas passo a passo e guiam o pesquisador, em um movimento de idas e vindas na busca de extrair os núcleos de sentido dos excertos dos dados provenientes das comunicações contidas no corpus da pesquisa.

No Quadro 1, apresentamos uma exemplificação do movimento da Análise de Conteúdo realizado com as ementas encontradas nas disciplinas de Modelagem Matemática elencadas nos PPCs consultados.

Quadro 1: Constituição das Unidades de Contexto e Unidades de Registro das Ementas

Ementa na Íntegra	Unidades de Contexto	Unidades de registro
Formulação de problemas. Ajuste de curvas. Variações discretas e contínuas. Modelagem com equações de diferenças lineares. Modelagem com equações diferenciais ordinárias de primeira ordem. Modelagem como metodologia na produção de projetos de ensino.	Formulação de problemas.	Formulação de problemas.
	Ajuste de curvas.	Ajuste de curvas.
	Variações discretas e contínuas.	Variações discretas e contínuas.
	Modelagem com equações de diferenças lineares.	Equações lineares.
	Modelagem com equações diferenciais ordinárias de primeira ordem	Equações diferenciais ordinárias
	Modelagem como metodologia na produção de projetos de ensino.	Modelagem como metodologia

Fonte: Elaborado pelos Autores.

No Quadro 1 acima, está apresentado apenas uma amostra das ementas contidas nos PPCs com o intuito de "enxugarmos" os mesmos para a pesquisa não ficar extensa, salientamos que o movimento foi feito com as 43 ementas dos documentos analisados.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Apresentamos, então, a articulação entre as Unidades de Registro e Eixos Temáticos. Rodrigues (2019, p. 27) diz que os Eixos Temáticos são *"provenientes das articulações entre as Unidades de Registro por meio de um procedimento minucioso de interpretação das similaridades, confluências e divergências"*. Assim sendo, apresentamos no Quadro 2, a seguir, a articulação das 65 Unidades de Registros identificadas nas ementas que abordam a disciplina de Modelagem Matemática nos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil, com os 8 Eixos Temáticos.

Quadro 2: Articulação entre as Unidades de Registro e Eixos Temáticos

(continua...)

Unidades de Registro	Eixos Temáticos
Definições de Modelo e Modelagem	Conceitos e Definições de Modelos e Modelagem Matemática
Conceituação de Modelagem Matemática	
Concepções Teórico-Metodológicas da Modelagem Matemática	
Considerações sobre Modelagem Matemática	
História da Modelagem Matemática	
Introdução à Modelagem Matemática	
Modelagem Matemática no contexto científico	
Modelagem Matemática no âmbito educacional	
Aplicações de equações de diferenças	Modelos e Equações Diferenciais
Aplicações de equações diferenciais ordinárias	
Diferenças entre modelos sem e com equações diferenciais	
Equações Diferenciais	
Sistemas Autônomos no Plano e Aplicações	
Cálculo Numérico	Cálculo Numérico e Modelos Matemáticos
Integração numérica	
Interpolação numérica	
Propriedades Gerais das Equações	
Equações lineares	
Noções de programação linear	
Sistemas de Equações Lineares	
Representações lineares e não lineares	
Ajuste de curvas	
Funções	
Variações discretas e contínuas	
Métodos computacionais aplicados à Modelagem Matemática	
Erros e computador	

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

(conclusão)

Modelos Fuzzy	Modelos Matemáticos Interdisciplinares
Movimento de Partículas	
Natureza aleatória	
Ondas de Água	
Ondas em uma Dimensão	
Equações da onda e do calor	
Otimização	
Criação do esquema dos fenômenos	
Modelos probabilísticos e a natureza aleatória	
Modelos discretos e contínuos	
Análise dimensional	
Proporcionalidade e similaridade geométrica	
Sistemas dinâmicos	
Modelos alternativos	
Modelos compartimentais	
Modelagem experimental	
Utilização de modelos matemáticos	Método da Modelagem Matemática
Modelos e Modelagem Matemática	
Técnicas de resolução de problemas	
Interpretação de resultados	
Características desejáveis de um modelo	
Fase do trabalho de Modelagem	
Técnicas de Modelagem	
O estudo de modelos clássicos e a evolução de modelos	
Elaboração de modelos alternativos	
Modelos clássicos e de conteúdo matemático	
Modelagem de variações discretas e contínuas	
A Modelagem Matemática na sala de aula	Ensino e Aprendizagem da Modelagem Matemática em Sala de Aula
Metodologia da Modelagem Matemática	
Modelos matemáticos como estratégia de ensino e aprendizagem	
Modelagem como estratégia de ensino e aprendizagem de Matemática	
Modelagem Matemática de problemas do mundo real	Modelagem Matemática e Resolução de Problemas
Modelagem Matemática e Formulação de Problemas	
Modelagem de problemas reais - Reconhecimento de situação-problema	
Modelagem Matemática e Resolução de Problemas	
Modelagem Matemática e Etnomatemática	Modelagem Matemática e as Tendências Metodológicas
Modelagem Matemática e Interdisciplinaridade	
Modelagem Matemática e Trabalho por Projetos	

Fonte: Elaborado pelos Autores.

No quadro 2, articulamos as Unidades de Registro em Eixos Temáticos. Desta maneira, das 65 Unidades de Registros identificadas nas ementas das Disciplinas

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

que abordam a disciplina de Modelagem Matemática nos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil, organizamos em oito Eixos Temáticos que estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 3: Apresentação dos Eixos Temáticos

Eixos Temáticos
Conceitos e Definições de Modelos e Modelagem Matemática;
Modelos e Equações Diferenciais;
Cálculo Numérico e Modelos Matemáticos;
Modelos Matemáticos Interdisciplinares;
Método da Modelagem Matemática;
Ensino e Aprendizagem da Modelagem Matemática em sala de Aula;
Modelagem Matemática e Resolução de Problemas;
Modelagem Matemática e as Tendências Metodológicas.

Fonte: Elaborado pelos Autores.

Por seguinte, articulamos os Eixos Temáticos em Categorias de Análise relativas aos dados da pesquisa. Assim sendo, Rodrigues (2019, p. 183), diz que o processo de articulação dos Eixos Temáticos em Categorias de Análise *"acontece por meio da identificação das confluências e divergências dos Eixos Temáticos entre si. Este processo é subjetivo para o pesquisador, pois um Eixo Temático pode estar inter-relacionado com várias Categorias de Análise"*.

Os procedimentos utilizados da Análise de Conteúdo, nos auxiliaram na constituição das duas Categorias de Análise, as quais nos proporcionaram uma compreensão do objeto da presente pesquisa. Apresentamos, no Quadro 4, a articulação dos oito Eixos Temáticos em duas Categorias de Análise.

Quadro 4: Articulação dos Eixos Temáticos em Categorias de Análise

Eixo Temáticos	Categorias de Análise
Conceitos e Definições de Modelos e Modelagem Matemática	Aplicações da Matemática com Modelagem Matemática
Modelos e Equações Diferenciais	
Cálculo Numérico e Modelos Matemáticos	
Modelos Matemáticos Interdisciplinares	
Método da Modelagem Matemática	
Ensino e Aprendizagem da Modelagem Matemática em Sala de Aula	Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática por meio da Modelagem Matemática
Modelagem Matemática e Resolução de Problemas	
Modelagem Matemática e as Tendências Metodológicas	

Fonte: Elaborado pelos Autores.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Ressaltamos ainda que realizamos, conforme aponta Rodrigues (2019, p. 29), *"diversos processos de idas e vindas ao corpus dos dados da pesquisa para a constituição das duas Categorias de Análise, proporcionando, assim, um maior refinamento das Categorias de Análise, devido às releituras dos dados pesquisados"*.

Todo o processo realizado de codificação dos dados brutos envolvendo as Ementas, da Disciplina de Modelagem Matemática, nos levou a duas Categorias de Análise, a saber: (i) Aplicações da Matemática com Modelagem Matemática e (ii) Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática por meio da Modelagem Matemática.

Considerando essas duas categorias de análise, recorremos a Barbosa (2001, p. 14) que enfatiza: "[...] *a formação de professores em relação à Modelagem [que] deve se basear em duas frentes indissociáveis: a Modelagem propriamente dita e o conhecimento prático decorrente de sua abordagem na sala de aula*".

Na primeira Categoria de Análise **Aplicações da Matemática com Modelagem Matemática**, realizamos um movimento dialógico envolvendo os cinco Eixos Temáticos a seguir: (i) Conceitos e Definições de Modelos e Modelagem Matemática; (ii) Modelos e Equações Diferenciais; (iii) Cálculo Numérico e Modelos Matemáticos; (iv) Modelos Matemáticos Interdisciplinares; e (v) Método da Modelagem Matemática.

Na segunda Categoria de Análise **Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática por meio da Modelagem Matemática**, realizamos um movimento dialógico envolvendo os três Eixos Temáticos a seguir: (i) Ensino e Aprendizagem da Modelagem Matemática em sala de Aula; (ii) Modelagem Matemática e Resolução de Problemas; e (iii) Relações da Modelagem Matemática e as Tendências Metodológicas. Apresentamos a seguir a análise interpretativa das duas categorias configuradas.

Interpretação das Categorias de Análise

A interpretação das duas Categorias de Análise da presente pesquisa, a qual realizamos a análise dos dados por meio de um movimento dialógico fundamentado no referencial teórico, nos dados da pesquisa, e ainda nas nossas percepções. A esse respeito, Rodrigues (2019, p. 187), afirma que *"a relação entre os dados obtidos e a fundamentação teórica é que dará sentido à nossa interpretação"*. Além disso, *"o pesquisador deve realizar a interlocução dos dados com os conceitos balizados pelos aportes teóricos da pesquisa, para proporcionar compreensões do objeto investigado"*.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Elaboramos, para cada categoria, a descrição dos significados presentes nas diversas unidades de análise, sendo discutidas e interpretadas de acordo com a literatura relacionada com a problemática da pesquisa, com o objetivo de alcançar uma possível compreensão do objeto investigado.

Categoria I – Aplicações da Matemática com Modelagem Matemática

Na primeira categoria de análise, procuramos evidenciar alguns aspectos e características relacionados as Aplicações da Matemática com a Modelagem Matemática. Nesta Categoria, para articular os Eixos Temáticos, consideramos que todos esses aspectos estão relacionados aos Modelos Matemáticos.

Ao realizarmos o movimento dialógico dos cinco Eixos Temáticos - (i) Conceitos e Definições de Modelos e Modelagem Matemática; (ii) Modelos e Equações Diferenciais; (iii) Cálculo Numérico e Modelos Matemáticos; (iv) Modelos Matemáticos Interdisciplinares; e (v) Método da Modelagem Matemática, percebemos a importância de os futuros professores ampliarem suas compreensões das aplicações da Matemática em seu processo de formação inicial. Para compreendermos, realizamos nossa análise interpretativa, considerando os dados e a literatura pertinente para justificar nosso posicionamento.

Bassanezi (2002) explicita que na Modelagem Matemática estão envolvidos um fenômeno real e a construção de um modelo por meio de conceitos matemáticos, com vistas a antecipar a evolução desse fenômeno. Assim sendo, o modelo matemático é a interpretação de algo da realidade, usado para expressar fenômenos naturais ou sociais, a Modelagem Matemática em uma situação problema real compreende a compreensão desses fenômenos. Para o referido autor,

> *A Modelagem Matemática é um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendência. A modelagem consiste na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual.* (BASSANEZI, 2002, p. 24).

Complementando, Bassanezi (2002) elenca os objetivos da Modelagem Matemática como disciplina para a formação de professores, que são:

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

> *Enfatizar aplicações matemáticas, usando as técnicas de Modelagem como procedimentos, de modo a desenvolver, no educando, capacidades e atitudes criativas na direção da resolução de problemas; Desenvolver o espírito crítico do educando de modo que ele possa entender e interpretar a Matemática em todas as suas facetas; Preparar o educando para utilizar a Matemática como ferramenta para resolver problemas em diferentes situações e áreas; Adotar um enfoque epistemológico alternativo associado a uma historiografia mais ampla, ou seja, partindo da realidade, encaminhando a ação cognitiva e a proposta pedagógica dentro de um enfoque cultural*. (BASSANEZI, 2002, p. 181)

Ainda para Bassanezi (2002, p. 25), a Modelagem Matemática deve ser apresentada em termos do processo de construção de um modelo matemático, o qual é definido como: "*Um modelo é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado*". Complementando, Bassanezi (2002, p. 35) afirma que a Modelagem Matemática deve ser implementada na graduação e da pós–graduação como estratégia de ensino-aprendizagem com o objetivo de "[...] *desenvolver a criatividade matemática do aluno no sentido de torná-lo um modelador matemático quando se dedica ao estudo de alguma situação* [...]".

Com base no exposto acima, percebemos que um Modelo Matemático é uma forma simplificada de representar a realidade, podendo ajudar a entender o comportamento de um fenômeno e então fazer previsões com respeito ao seu comportamento no futuro, sendo utilizados em diversas áreas científicas, como, por exemplo, na Biologia, Química, Física, Economia, Engenharia, Medicina e na própria Matemática. Desta maneira, compreendemos que um Modelo Matemático é essencial para orientar pesquisadores das mais diversas áreas, permitindo projetar diferentes cenários e analisá-los, contribuindo com elementos para a tomada de decisões sobre como equacionar problemas da realidade.

Biembengut e Hein (2005, p. 12) enfatizam que a Modelagem pode ser utilizada como uma aplicação da Matemática, pois se caracteriza como sendo

> [...] *é um processo que envolve a obtenção de um modelo. Para esses autores, a possibilidade de obter um modelo que "resolve" as situações/temas pesquisadas é o que designa a Modelagem uma atividade enquanto ferramenta de aplicação dos conteúdos matemáticos*.

Para eles, um modelo consiste em "[...] *um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real*" (BIEMBENGUT; HEIN, 2005, p. 12).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

A Modelagem concebida por Biembengut (1999, p. 20) dá ênfase ao "*processo que envolve a obtenção de um modelo*", ao considerar que, *"a arte de modelar"* pode despertar no aluno o interesse por temas matemáticos até então desconhecidos por ele. Nesse sentido, a obtenção do modelo envolve a formalização e a generalização dos conteúdos de Matemática que se está aprendendo.

Complementando, o referido autor diz que um Modelo Matemático é normalmente caracterizado como uma simplificação do mundo real ou alguma forma conveniente de trabalhar com este mundo, mas as características essenciais do mundo real devem estar presentes nesse modelo matemático, de modo que seu comportamento seja igual ou semelhante àquele do sistema modelado.

Como vimos, o ato de modelar pode ser aplicado a muitos problemas de diversas áreas, pois a elaboração de modelos faz parte do cotidiano das pessoas, que os utilizam para explicar ou descrever situações do mundo que o cerca. Diante de tudo o que foi exposto na Categoria de Análise - Aplicações da Matemática com Modelagem Matemática, percebemos que os modelos matemáticos podem ser elaborados de acordo com as situações ou com a natureza dos fenômenos, analisados e classificados conforme o tipo de Matemática utilizada, em linear ou não linear, estático ou dinâmico e educacional ou aplicativo. Ou seja, modelo matemático é a interpretação de algo da realidade, usado para expressar fenômenos naturais ou sociais em uma situação-problema real.

Categoria II – Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática por meio da Modelagem Matemática

Na segunda categoria de análise, procuramos evidenciar alguns aspectos e características relacionados ao processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática por meio da Modelagem Matemática. Nesta Categoria, para articular os Eixos Temáticos, consideramos que todos esses aspectos estão relacionados às contribuições do ensino de Matemática por meio da Modelagem Matemática.

Ao realizarmos o movimento dialógico dos três Eixos Temáticos - (i) Ensino e Aprendizagem da Modelagem Matemática em sala de Aula; (ii) Modelagem Matemática e Resolução de Problemas; e (iii) Relações da Modelagem Matemática e as Tendências Metodológicas, percebemos a importância de abordar a Modelagem Matemática na formação inicial de professores como uma alternativa pedagógica

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

- forma diferenciada para o ensino da Matemática nas escolas. Para compreendermos, realizamos nossa análise interpretativa, considerando os dados e a literatura pertinente para justificar nosso posicionamento.

Neste momento, discutimos as questões relacionadas às contribuições do ensino de Matemática por meio da Modelagem Matemática, amparados por Shulman quando este se refere aos conhecimentos necessários à Docência, especificamente ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, em sua constituição para o futuro professor de Matemática. O conhecimento pedagógico do conteúdo, na perspectiva de Shulman (1986):

> [...] *aquele conhecimento que vai além do conhecimento da matéria em si e chega na dimensão do conhecimento da matéria para o ensino. Eu [Shulman] ainda falo de conteúdo aqui, mas de uma forma particular de conhecimento de conteúdo que engloba os aspectos do conteúdo mais próximos de seu processo de ensino.* (SHULMAN, 1986, p. 9)

Tomando como base o que foi explicitado por Shulman, concordamos que o professor precisa conhecer diferentes alternativas para se trabalhar em sala de aula. Diversos autores defendem a Modelagem Matemática como estratégia de ensino de Matemática em sala de aula, pois a Modelagem Matemática é uma alternativa que busca relacionar o conhecimento matemático ensinado nas escolas com o conhecimento prático e cotidiano do aluno, partindo de um tema de seu interesse.

Chaves e Espírito Santo (2004), enfatizam o uso da Modelagem Matemática em sala de aula, pois

> [...] *partindo de problemas reais que conferem utilidade à matemática já aprendida, podemos ir além da resolução de exercícios repetitivos que não dizem nada para o aluno quanto à utilidade de 'quê' e do 'para quê' fazem, e, significado, porque estarão relacionados à linguagem simbólica própria da matemática com a linguagem textual de uma situação real problematizada, que prescinde da compreensão dos objetos matemáticos*. (CHAVES; ESPÍRITO SANTO, 2004, p. 27)

Burak; Klüber (2013) entendem que utilizar a Modelagem Matemática em sala de aula, enquanto estratégia metodológica, além de motivar os alunos, pode proporcionar-lhes um aprendizado mais contextualizado com seu cotidiano. Além disso, os referidos autores explicitam que a Modelagem Matemática pode

> [...] *favorecer o desenvolvimento, no estudante, de uma atitude investigativa, na medida em que busca coletar, selecionar e organizar os dados obtidos. O desenvolvimento dessa atitude passa a se constituir em valor formativo que acompanhará o estudante, não somente no período de sua trajetória escolar, mas ao longo de toda sua vida.* (BURAK; KLÜBER, 2013, p. 38)

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Biembengut, Hein (2005) declaram que a Modelagem como metodologia na Educação Matemática pode ser compreendida como:

> *Um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ele ainda desconhece, ao mesmo tempo que aprende a arte de modelar, matematicamente. Isso porque é dada ao aluno a oportunidade de estudar situações-problema por meio de pesquisa, desenvolvendo seu interesse e aguçando seu sendo crítico.* (BIEMBENGUT; HEIN, 2005, p. 18)

Para Almeida, Silva e Vertuan (2012) a Modelagem Matemática como uma alternativa pedagógica de ensino e aprendizagem de Matemática é uma tendência da Educação Matemática que permite relacionar situações do dia a dia em problemas matemáticos, possibilitando a construção de uma rede de conceitos. Nesta perspectiva, os referidos autores explicam que:

> *A Modelagem Matemática constitui uma alternativa pedagógica em que se aborda, por meio da Matemática, um problema não essencialmente matemático. As aplicações da Matemática visualizadas por atividades de modelagem requerem um comportamento ativo de professores e alunos na própria definição de problemas.* (ALMEIDA, SILVA; VERTUAN, 2012, p. 12)

Complementando, os referidos autores mencionam que uma atividade de Modelagem Matemática pode ser descrita "*em termos de uma situação inicial (problemática), de uma situação final desejada (que representa uma solução para situação final) e de um conjunto de procedimentos e conceitos necessários para passar da situação inicial para a situação final*". (ALMEIDA, SILVA; VERTUAN, 2012, p. 12)

Assim sendo, nas atividades de Modelagem Matemática, a situação problema da realidade é tido como ponto de partida para se chegar a uma possível solução para o problema da realidade investigado, uma vez que durante todo o processo são utilizados diversos conceitos e conhecimentos matemáticos pelos alunos e professores.

Como o objetivo dos cursos de licenciatura em Matemática é formar professores para ministrarem aulas para o Ensino Fundamental e Médio, enfatizar o que os futuros professores de Matemática deveriam saber e dominar na Educação Básica é fundamental no trabalho com a Modelagem Matemática. A esse respeito, D'Ambrósio (1993, p. 39) sugere que os futuros professores de Matemática necessitam ter uma vivência de situações próximas de uma sala de aula da Educação Básica, pois considera que "*da mesma forma que os alunos constroem seu conhecimento matemático por meio de suas experiências com a Matemática, futuros professores*

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

constroem seu conhecimento sobre o ensino da Matemática por via de suas experiências com o ensino".

Nesta perspectiva, Barbosa (2004, p. 3) concebe a Modelagem como "*um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a problematizar e investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade*". Além disso, ele considera que a Modelagem Matemática se aproxima da Educação Matemática Crítica, pois a participação ativa e crítica dos alunos em todos os processos na construção do conhecimento matemático converge para a formação de cidadãos com responsabilidades sociais e coletivas. Complementando, o referido pesquisador menciona que ao considerar a realidade do aluno, os professores darão importância para a Matemática do dia a dia dos alunos, e esse aspecto demonstra que a Modelagem Matemática pode "*potencializar a intervenção das pessoas nos debates e nas tomadas de decisões sociais que envolvem aplicações de matemática*" (BARBOSA, 2004, p. 2).

Com base no referencial explicitado, entendemos que os professores devem considerar as características dos contextos dos seus alunos, da escola e da comunidade para organizarem um trabalho pedagógico com a Modelagem Matemática focado na aprendizagem dos alunos e não apenas no cumprimento dos conteúdos programáticos das ementas. Assim sendo, ao trabalharmos com a Modelagem Matemática na Educação Básica precisamos considerar a realidade dos alunos e as situações problemas que eles conhecem ou vivenciam no dia a dia, pois assim favoreceremos a compreensão e aprendizagem deles de uma maneira contextualizada e aplicada a sua realidade.

Considerações finais

Na presente pesquisa, objetivamos investigar a maneira como a Modelagem Matemática está explicitada nos Projetos Pedagógicos de Curso de Licenciatura em Matemática no Brasil. No desenrolar de nossa pesquisa, procuramos obter resposta para nossa questão norteadora: O que se revela sobre a presença da Modelagem Matemática nos Projetos Pedagógicos de Curso de Licenciatura em Matemática no Brasil?

A nossa intenção, neste último momento, é sintetizar nossa interpretação para apresentar aos leitores: educadores matemáticos, matemáticos puros, membros do Núcleo Docente Estruturante – NDE das Licenciaturas, pesquisadores e formado-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

res de professores de Matemática em geral, algumas considerações a respeito dos resultados obtidos na pesquisa.

Os procedimentos da Análise de Conteúdo – na perspectiva elucidada por Bardin (1977) - adotados perante o *corpus* da pesquisa constituído por 235 projetos pedagógicos de cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil, dos quais identificamos que existiam apenas 43 cursos que possuíam a disciplina de Modelagem Matemática na matriz curricular como disciplinas obrigatórias. A partir da análise das ementas das disciplinas obrigatórias, permitiu-nos a constituição de duas Categorias de Análise (i) Aplicações da Matemática com Modelagem Matemática, e (ii) Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática por meio da Modelagem Matemática nos permitiu compreender que a Modelagem Matemática se apresenta segundo duas perspectivas nos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil. A primeira relacionada as aplicações dos conteúdos específicos das disciplinas da Matemática Acadêmica e Superior cujo objetivo da Modelagem matemática é a obtenção de um Modelo matemático, e a segunda relacionada como uma tendência da Educação Matemática que cujo objetivo está no desenvolvimento de uma formação didático-metodológica convergente para os processos de ensino e a aprendizagem da Matemática Escolar.

Com base na pesquisa, constatamos que são poucas as disciplinas de Modelagem Matemática que são obrigatórias nos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil pois, dos 235 PPCs consultados, apenas 43, ou seja, 18,3 % dos documentos consultados possuem a referida disciplina como obrigatória em sua matriz curricular. Outro fato que nos chamou atenção foi identificarmos que 148 PPCs dos 235 analisados, o que representam 63% deles, sequer mencionavam a Modelagem Matemática como disciplina na matriz curricular ou tópico das ementas de outras disciplinas. Esses dados evidenciam um verdadeiro descompasso envolvendo a Modelagem Matemática, pois é amplamente abordada e defendida nas pesquisas da área de Ensino e Educação Matemática no Brasil e o que de fato é materializado na formação inicial de professores de Matemática que atuarão nas escolas da Educação Básica. Com base nos dados, constatamos que existem poucas instituições de ensino que possuem em sua matriz curricular a disciplina de Modelagem Matemática como obrigatória. Desta maneira, entendemos que essa situação precisa ser repensada e discutida porque a Modelagem Matemática nas matrizes curriculares dos cursos de Licenciatura em Matemática é uma necessidade formativa que envolve o conhecimento pedagógico do conteúdo, que é essencial desenvolver na formação inicial.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Percebemos também que a carga horária das disciplinas obrigatórias varia muito. Para isso, sugerimos que cada Projeto Pedagógico de Curso de Licenciatura em Matemática possua no mínimo duas disciplinas de Modelagem Matemática com carga horária de 60 horas cada, para abordar as duas perspectivas elencados na análise da presente pesquisa, pois os futuros professores de Matemática precisam ampliar seus contatos com o método (disciplinas teóricas de Matemática para elaborar modelos matemáticos) e metodologia (disciplinas de práticas para implementar como abordagem pedagógica de ensino da matemática) da Modelagem Matemática durante sua formação inicial na universidades, ou seja, eles precisam do suporte dos professores formadores para incluir a Modelagem Matemática de uma maneira mais ativa na formação inicial de professores de Matemática.

Ressaltamos que as duas perspectivas de Modelagem Matemática evidenciadas nos cursos de Licenciatura em Matemática divergem-se, pois nas disciplinas teóricas da Matemática Acadêmica, os licenciandos especialmente vivenciam a modelagem como alunos para obtenção de modelos matemáticos, e nas disciplinas de práticas de ensino, os licenciandos experimentam a Modelagem como futuros professores pois desenvolvem atividades matemáticas em sala de aula por meio da Modelagem Matemática como abordagem pedagógica. Assim sendo, defendemos a necessidade de os futuros professores vivenciarem durante a Licenciatura em Matemática as duas perspectivas de Modelagem Matemática, sendo uma complementar da outra,

Assim sendo, oferecemos aos NDEs dos cursos de Licenciatura em Matemática das Instituições de Ensino Superior do Estado do Brasil, algumas contribuições com elementos curriculares, bibliográficos e formativos em relação aos principais focos dos conhecimentos em Modelagem Matemática contidos na formação inicial de professores de Matemática. As referidas contribuições poderão ser utilizadas para possíveis restruturações no planejamento das referidas disciplinas que abordam tal conhecimento na formação inicial de professores de Matemática. Além disso, os dados produzidos e analisados na presente pesquisa sinalizam diretrizes para os cursos de Licenciatura e seus PPCs com relação à implantação da Modelagem Matemática em seu currículo, bem como orienta com relação as diferentes perspectivas da Modelagem no currículo dos cursos de licenciatura em Matemática no Brasil.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Perspectives of mathematical modeling in licensing courses in mathematics in Brazil

Abstract

This article is an excerpt from a Master's research inserted in the scope of the initial formation of Mathematics Teachers that aimed to investigate the way in which Mathematical Modeling is explained in the Pedagogical Projects of the Mathematics Degree Course in Brazil, as well as to identify the different perspectives of Mathematical Modeling contained in the initial training of Mathematics teachers in Brazil. The guiding question of the research was: What is revealed about the presence of Mathematical Modeling in Pedagogical Projects of Mathematics Degree Course in Brazil? We adopted the assumptions of qualitative research in the documentary modality, and the research corpus consisted of 235 PPCs of Degree in Mathematics in Brazil, in which we analyzed the menus of the disciplines. We used as a theoretical framework the knowledge bases for teaching proposed in Shulman (1986), and researches that specifically address Mathematical Modeling in Mathematics Degrees. To direct the data analysis (PPCs menus) we resorted to Content Analysis from the perspective of Bardin (1977) and Rodrigues (2019), which allowed us to establish two Categories of Analysis: (i) Applications of Mathematics with Mathematical Modeling ; and (ii) Mathematics Teaching and Learning Process through Mathematical Modeling, which we interpreted through the theoretical contributions of the research - which provided us with understanding of the investigated object. We identified the presence of only 43 subjects that address the Mathematical Modeling of the 235 Pedagogical Projects of the Mathematics Degree Courses, which is equivalent to 18.3%. We identified 25 mandatory disciplines of Mathematical Modeling with a workload of up to 60 hours and 18 disciplines with a workload of more than 60 hours. These data reveal an insufficient workload to work the different perspectives, conceptions, approaches, activities and possibilities of teaching practices involving Mathematical Modeling in the formation of future Mathematics teachers who will work in Basic Education schools. Therefore, we infer the need for two disciplines with a workload of 60 hours each involving the two perspectives (focus of the categories) of Mathematical Modeling in the initial training of Mathematics teachers, as we found that Mathematical Modeling can be approached as applications of content of Mathematics, as well as a methodological approach to teaching Mathematics.

Keywords: Mathematical Modeling. graduation in Mathematics. Necessary Knowledge for Teaching. Mathematical Models. Pedagogical Course Projects.

Nota

[1] O GEPEME/UNEMAT está inscrito no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq - http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/2363528010068389, e é constituído por pesquisadores da Faculdade de Ciências Exatas da UNEMAT, licenciando em Matemática, mestrandos do programa de Pós-graduação em ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) e professores de Matemática das escolas públicas que juntos desenvolvem pesquisas voltadas a formação docente de professores que ensinam Matemática e aos processos de ensino e aprendizagem de Matemática. Todas as informações e atividades do GEPEME/UNEMAT podem ser encontradas em: https://matematicanaescola.com/

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Referências

ALMEIDA, Lourdes. Werle.; SILVA, Karina. Pessoa da.; VERTUAN, Rodolfo. Eduardo. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. 1, ed. Reimpressão – São Paulo, Contexto, 2012. 157p.

ALMEIDA, L. M. W. de; DIAS, M. R. Um estudo sobre o uso da Modelagem como estratégia de ensino e aprendizagem. BOLEMA – Boletim de Educação Matemática. Rio Claro, n. 22, pp., 2004.

ALMEIDA, L. M. W. de; DIAS, M. R. Modelagem Matemática em cursos de Formação de Professores. In: BARBOSA, J. C; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.). Modelagem matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais. Recife: SBEM, 2007. p. 253-268.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições, v. 70, 1977.

BARBOSA, Jonei. Cerqueira Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema,** Rio Claro, v. 14, n. 15, p. 5-23, 2001.

BARBOSA, Jonei. Cerqueira. Modelagem e os futuros professores. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 25, 2002, Caxambu. Anais... Caxambu: ANPED, 2002.

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: Reunião Anual da Anped, 24, 2001b, Caxambu. Anais... Rio Janeiro: ANPED, 2001. 1 CD-ROM.

BARBOSA, Jonei. Cerqueira. Modelagem Matemática: O que é? Por quê? Como? Veritati, n. 4, p. 73-80, 2004.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino – Aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia.** São Paulo: Editora Contexto, 2002.

BIEMBENGUT, Maria Salett, HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática No Ensino**. São Paulo: Editora Contexto, 2005

BIEMBENGUT, Maria Salett. Modelagem matemática & implicações no ensino-aprendizagem de matemática. Blumenau, Furb, 1999.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Educação é a Base. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 4 fev de 2022.

BRASIL, Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **RESOLUÇÃO CNE/CP Nº 2, DE 20 DE DEZEMBRO DE 2019.** Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Disponível em: http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file. Acesso em: 12/03/2021

BURAK, Dionísio; KLUBER, Tiago Emanuel. **Considerações sobre a modelagem matemática em uma perspectiva de Educação Matemática**. Revista Margens Interdisciplinar, v. 7, n. 8, p. 33-50, 2013.

CEOLIM, Amauri Jersi; CALDEIRA, Ademir Donizeti. Modelagem Matemática em sala de aula: obstáculos e resistências apontados por pesquisadores brasileiros. **Anais** (VII CIBEM) Montevideo – Uruguai. 2013, p. 7713-7721. ISSN 2301-0797, Disponível em: https://core.ac.uk/download/pdf/328834934.pdf Acesso em 20 nov 2021.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

CHAVES, Maria IA; ESPÍRITO SANTO, Adilson O. **Um modelo de modelagem matemática para o Ensino Médio.** In: Anais do VII Congresso Norte/Nordeste de Educação em Ciências e Matemática. Belém. 2004.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução de Luciana de Oliveira da Rocha. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

D'AMBROSIO, Beatriz. Formação de Professores de Matemática para o Século XXI: o Grande Desafio. **Pró-Posições** (UNICAMP. Impresso), v. 4, p. 35-41, 1993.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

JUNIOR, Guataçara dos Santos; SOARES, Maria Rosana. **A Modelagem Matemática nos Cursos de Licenciatura em Matemática do Estado do Paraná**. Revista Dynamis, v. 20, n. 2, p. 29-46, 2015.

LEITE, Maria Beatriz Ferreira. Reflexões sobre a disciplina de modelagem matemática na formação de professores. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 10, n. 1, 2008.

MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. **Contribuições de Paulo Freire para uma compreensão da Modelagem na Formação Inicial de Professores de Matemática**. Boletim do GEPEM. V. 64. 2014.

MEYER, João F. C. A. CALDEIRA, Ademir D. MALHEIROS, Ana Paula S. **Modelagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

OENNING. Lucineia. **Modelagem Matemática nos Cursos de Licenciatura de Matemática no Brasil:** um Olhar para os Projetos Pedagógicos de Cursos. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) PPGECM - Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) – Barra do Bugres, 2021. 142f. Disponível em: http://portal.unemat.br/media/files/LUCINEIA_OENNING.pdf. Acesso em 10 set 2021.

OLIVEIRA, Wellington Piveta. **Modelagem matemática nas licenciaturas em matemática das universidades estaduais do Paraná**. 2016. 155 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2016.

RODRIGUES, Marcio. Urel. Análise de conteúdo em pesquisas qualitativas na área de educação matemática. (Org.). **Análise de conteúdo em pesquisas qualitativas na área da educação matemática.** Curitiba: CRV, 2019.

RODRIGUES, Márcio Urel; SILVA, Luciano Duarte. Disciplina de estatística na matriz curricular dos cursos de licenciatura em Matemática no Brasil. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 14, p. 1-21, 2019.

RODRIGUES, Marcio Urel; SILVA, Luciano Duarte; FERREIRA, Nilton Cezar. Clássicos da Educação Matemática nos cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil. In: D □ambrosio, Beatriz Silva; Miará, Roger. **Clássicos na educação matemática brasileira**: múltiplos olhares, p. 301-346, 2016.

SHULMAN, L. S. Thomé Who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, fev. 1986.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Contribuições do processo formativo para professores da educação básica: a escolha do tema em uma aula investigativa

Marlúbia Corrêa de Paula*, Maria Elizabete Souza Couto**, Débora Cabral de Lima***, Sandra Paula Almeida Nascimento****, Alessandra Costa Freitas*****

Resumo

Este artigo **objetiva** compreender a escolha do tema como parte constitutiva de uma aula investigativa. Para isso, foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa durante a realização de um curso de formação de professores, com duração de 50h, denominado MATEMÁTICA #COmVIDa, estruturado em três módulos: I Ensino de Estatística; II Ciclo Investigativo PPDAC e III Elaboração de Sequências de Ensino. Participaram do curso 30 professores da Educação Básica e 20 alunos da graduação de Matemática. Dado o período de pandemia, o curso ocorreu via *Google meet,* com atendimento no *chat* pelo aplicativo Telegram, que acontecia antes e depois dos encontros síncronos. O **material coletado** no *chat* permitiu a delimitação do *corpus* por meio da Análise Textual Discursiva. Como procedimento de análise, foram obtidas unidades de sentido que evidenciaram dificuldades constituintes da categoria final: a escolha do tema na aula investigativa. Diante desta constatação, **conclui-se** que um processo de formação para professores da Educação Básica, que pretenda planejar e desenvolver aulas numa perspectiva investigativa, deve considerar que o tema é abrangente e indica possibilidades diversas para o estudo de vários conteúdos, numa dimensão social e pedagógica, conforme o contexto daquela sala de aula e da comunidade.

Palavras-chave: Processo formativo *on-line*. Aula investigativa. Ciclo PPDAC. ATD.

* Doutora em Educação em Ciências e Matemática pela PUCRS. Professora Adjunto Visitante no Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas – DCET; Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PPGCEM – UESC – Ilhéus – BA. E-mail: mcpaula@uesc.br

** Doutora em Educação pela UFSCar-SP. Professora na Universidade Estadual de Santa Cruz – Ilhéus – Bahia; Programa de Pós-Graduação em educação (PPGE); Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM). E-mail: mcouto@uesc.br

*** Mestre em Educação Matemática pela UESC-Ba. Professora de Matemática no Educação Básica do município de São José da Vitória - Ba. E-mail: cabrallidebora@gmail.com

**** Mestre em Educação Matemática pelo PPGEM - UESC- Ilhéus - BA. Professora da Educação Básica no município de Ilhéus - BA. E-mail: sandrapaula1802@gmail.com

***** Mestre em Educação Matemática no Programa de Pós-Graduação em Educação – UESC- Ilhéus - Ba. Professora da Educação Básica no município de Ilhéus – BA. E-mail: ale1.gestar@gmail.com

https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.12820
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
Recebido em: 10/08/2021 – Aceito em: 05/02/2022
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

Diante do momento vivido, pela situação de pandemia, que já se estende por mais de um ano, a Organização Mundial de Saúde (OMS) e, em seguida, os governos estaduais, decretaram ações contemplando o distanciamento físico. Para atender a essa questão, que atinge diversos setores, tem ocorrido uma constante reestruturação de atividades antes realizadas presencialmente. Nessa linha, pretende-se discorrer sobre ações de pesquisa e formativa com professores da Educação Básica, desenvolvidas pelo Grupo de Pesquisa em Educação Matemática, Estatística e em Ciências (GPEMEC). A possibilidade de realização das ações de formação, mediadas pelo suporte de computadores e internet, foi a alternativa possível para que o grupo continuasse a atender as demandas da formação de professores. Com esse interesse, os pesquisadores reorganizaram suas possibilidades para trabalhar com os conteúdos de matemática desenvolvidos nas escolas da região, durante os processos formativos.

Entre diversas ações, houve a elaboração de materiais que envolveram a presença de um grupo formado por: três estudantes de graduação em Matemática, da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC); oito professores da Educação Básica, do município de Ilhéus e da área de abrangência da universidade; um professor da Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB); e oito professores egressos do Mestrado em Educação em Matemática (PPGEM) da UESC – ressaltando-se que os integrantes que elaboraram tal processo de formação eram membros do grupo de pesquisa.

A formação de professores da Educação Básica, com estudos decorrentes da metodologia do Ciclo Investigativo PPDAC (Problema, Planejamento, Dados, Análise e Conclusão), constituiu-se numa ação que, embora tenha sido reorientada pelo uso das tecnologias, não fugiu a uma prática já reconhecida como própria do grupo (SANTANA; COUTO, 2020).

Quanto ao planejamento, para a primeira oferta de curso on-line, a ação pretendia atender, durante o período de uma semana destinado às inscrições, um número máximo de 40 professores. No entanto, ao colocar em divulgação essa oferta, o número de inscrições, em poucas horas, foi preenchido. Assim, após reflexões, o grupo aumentou o quantitativo para 50, buscando atender mais profissionais. Anterior a esse processo de inscrição, os participantes do GPEMEC trabalharam por

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

três meses e constituíram o curso 'MATEMATICA #COmVIDa', para o qual foram preparados três módulos: I - Ensino de Estatística; II - Aula investigativa e o Ciclo Investigativo PPDAC, com referencial em Wild e Pffankuch (1999) e III - Elaboração de Sequências de Ensino.

Cada módulo foi planejado e constituído por uma equipe de formadores do GPE-MEC para acompanhar o cronograma de ações intercalado por momentos síncronos (conferências no *Google meet*) e assíncronos (com atendimento no *chat* que ocorria paralelo às reuniões sobre conteúdos), bem como eram realizadas reuniões para esclarecimentos de dúvidas (via aplicativo do *Telegram*). Como plataforma, foram utilizadas as ferramentas do pacote *G Suite*, entre elas o *Google Classroom* – onde o material dos módulos foi sendo disponibilizado – e o *Google Forms*.

As tecnologias utilizadas pertencem ao que se pode definir como Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), de acordo com o que consideram Costa, Duqueviz e Pedrosa (2015). Essas tecnologias são consideradas por Valente (2014) como ferramentas cognitivas se forem bem utilizadas, o que requer, sobre estas, uma compreensão apropriada para o ensino, a aprendizagem e a formação. Quanto aos seus usos, convém ressaltar a realização de uma oferta de formação para professores, na qual são utilizados somente os aplicativos gratuitos, aspecto que facilitou o acesso dos professores participantes. Para a certificação, foi exigida carga horária de 75% do total estabelecido de 50h.

O cumprimento das tarefas requereu a participação nos encontros e o envio de atividades (individuais e resultantes do trabalho de grupos). O formato das atividades estabelecidas foi preparado pelos professores envolvidos na elaboração de cada módulo. Esses módulos tinham um eixo condutor sobre o qual era realizada a organização de atividades para alunos de Educação Básica, contemplando o ensino de conceitos estatísticos. Sempre lembrando que essa formação de professores que lecionam Matemática ocorreu numa época de enfrentamento da COVID-19.

Assim, este artigo tem por **objetivo** compreender a escolha do tema como parte constitutiva de uma aula investigativa. Consoante ao objetivo, este artigo está organizado em três seções: na primeira, faz-se a apresentação sobre o que é uma aula investigativa frente a necessidade inicial da escolha de um tema; na segunda, trata-se da metodologia que se liga à próxima seção; na terceira é traçado o perfil dos professores participantes no processo formativo, seguido da apresentação e discussão dos dados da pesquisa, e, após, as considerações.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

A aula investigativa

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um curso de formação continuada com professores da Educação Básica que lecionam Matemática. Destaca-se a organização de uma aula investigativa tendo como proposta a metodologia do Ciclo Investigativo PPDAC, estudada por Wild e Pffankuch (1999), especificamente na escolha e organização do tema de estudo como possibilidade para a construção de conhecimentos do professor e dos alunos. Considera-se a atitude investigativa uma postura que exige investimento na formação de professores e, consequentemente, no planejamento elaborado de forma colaborativa, enfatizando valores, conhecimentos, práticas profissionais, contextos das escolas e do ensino e sua própria aprendizagem, bem como a aprendizagem dos seus alunos (COCHRAN-SMITH, 2003).

Assim, essa postura investigativa requer uma perspectiva intelectual e prática sobre formação, ensino e aprendizagem, "uma maneira de aprender a partir e sobre a prática de formação de professores, envolvendo-se em investigação sistemática sobre essa prática dentro de uma comunidade de colegas ao longo do tempo" (COCHRAN-SMITH, 2003, p. 8).

Por conseguinte, pensar a formação de professores envolve compreender que "um processo de investigação como postura é consistente com uma série de conceitos relacionados à área, mas baseia-se, particularmente, nas concepções de pesquisa de professores" (COCHRAN-SMITH, 2003, p.8). Nesse caso específico, trata-se da formação de professores de Matemática, estudando os conceitos da unidade temática referentes à Probabilidade e Estatística indicados na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento publicado para orientar o currículo da Educação Básica no Brasil, no ano de 2018.

Convém realçar que o GPEMEC vem desenvolvendo ações formativas há dez anos, tendo como fundamento a Espiral RePaRe (MAGINA; SANTANA; SANTOS; MERLINI, 2018), que considera o movimento entre a ação diagnóstica, a reflexão teórica, o planejamento, a prática pedagógica e a reflexão da prática no desenvolvimento de uma ação e o retorno ao planejamento. Um movimento que indica o próprio pesquisador como um professor ativo e participante da aula, da pesquisa, do projeto, da formação numa aprendizagem contínua (COCHRAN-SMITH, 2003). Esse movimento coloca o pesquisador como professor e possibilita uma reflexão sobre as suas aprendizagens, pois é no envolvimento com essas ações que poderá

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

perceber o quanto sabe ou não sabe sobre alguns assuntos, práticas e espaços escolares, uma condição que Cochran-Smith (2003, p. 10) chamou de "aprendizagem e desaprendizagem com a investigação como postura". Nessa circunstância, o movimento da espiral RePaRe se constitui como processo de investigação que se desloca a todo instante – do planejamento à sala de aula, à avaliação, ao replanejamento e ao retorno aos alunos –, envolvendo pesquisadores e professores, no movimento de ir e vir constante, transitando entre a aprendizagem e a desaprendizagem com uma postura investigativa.

A dimensão social e pedagógica da escolha de um tema na aula investigativa

No momento em que o professor decide planejar aulas, realizando pesquisa com e pelos alunos, está desenvolvendo uma "atitude investigativa que requer ainda aprender a buscar dados" (ANDRÉ, 2016, p. 23). Essa atitude representa uma possibilidade para compreender o próprio movimento que a pesquisa implica: movimento social, acadêmico e pedagógico.

Nesse contexto, do movimento para planejar uma aula investigativa, surge um questionamento: qual será o tema da nossa investigação? Uma pergunta que o professor também precisa fazer quando começa o planejamento da elaboração do projeto de ensino, das feiras de Ciências, das gincanas, etc. A escolha do tema é desafiadora, visto que precisa estabelecer relações com os conteúdos que serão estudados naquela aula e, ainda, despertar o interesse dos alunos para as demais ações no decorrer do período utilizado nesta tarefa.

Com tal interesse, é preciso pensar numa proposta que suponha uma investigação como postura, em que o professor vai refletir se de fato o 'tema' é interessante para manter os alunos entusiasmados para realizar a referida investigação. Assim, decidir e escolher o tema não é uma tarefa fácil, porque requer que o professor conheça seus alunos, os seus conhecimentos, o currículo da escola e os princípios e propósitos da educação. Esses conhecimentos, quando compreendidos, fazem parte das situações pedagógicas e da base de conhecimentos para o ensino (SHULMAN, 2014). Nessa perspectiva, o planejar requer vários conhecimentos do professor e, neste sentido, ensinar é

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

> [...] primeiro, entender. Pedimos que o professor compreenda criticamente um conjunto de ideias ou conteúdo a ser ensinado. Esperamos que os professores entendam o que ensinam e, quando possível, entendam-no de muitas maneiras. Devem entender como uma ideia dada relaciona-se com outras ideias dentro do mesmo assunto e também com ideias de outros assuntos (SHULMAN, 2014, p. 216-217).

Ainda nesse encaminhamento, para Freire e Faundez (1985, s/p), "não é só aprender a ler e escrever; é apropriar-se de um conhecimento básico em todos os níveis da vida, que o ser humano possa progressivamente ter condições de responder às perguntas essenciais que nosso corpo, nossa existência cotidiana nos colocam"; um conhecimento que representa a dimensão social, humana e pedagógica. Nessa perspectiva, está presente a ideia de constituir a competência de realizar interferências com qualidade formal e política (DEMO, 2007). Assim,

> O passo seguinte será a insistência sobre a reconstrução do conhecimento, como maneira própria escolar de educação. Trata-se de transformar o aprender entendido como ser ensinado, treinado, para o aprender a aprender. O que está em jogo é menos a originalidade do conhecimento, do que sua reconstrução própria. Esta representa a dinâmica central da competência, à medida que o simples fazer é superado pelo saber fazer e pelo constante refazer. Trata-se, então, especificamente do questionamento reconstrutivo, tanto como modo de trabalhar a qualidade formal (inovação), quanto como modo de trabalhar a qualidade política (ética) (DEMO, 2007, p. 25).

A partir disso, algumas condições devem ser seguidas na escolha do tema numa pesquisa acadêmica ou pedagógica, na docência, tais como:

a) o professor precisa ser prático no momento da escolha do tema, refletindo sobre as possibilidades de estudos, leituras, discussões, reflexões, atividades e pesquisa "para que possa ser concluído com as fontes existentes e dentro do prazo previsto" (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 86). Tanto numa pesquisa quanto no planejamento de uma aula investigativa existe uma organização a ser seguida, como: período de desenvolvimento, materiais/fontes a serem consultados, instrumentos de coleta de dados a serem elaborados, momento da coleta, estudo e análise dos dados, reflexão sobre os resultados e aprendizagens. Na busca pelas fontes para conhecer o tema, algumas vezes, é "preciso falar com aqueles que viveram o momento histórico: os mais velhos, os mineiros que haviam trabalhado naquela época. [...] ir em busca dos jornais da época, [...] onde aproveitavam para expressar suas ideias, [...]" (FREIRE; FAUNDEZ, 1985, s/p);

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

b) não é favorável escolher um tema em que o professor esteja muito envolvido, considerando que "as pessoas intimamente envolvidas num ambiente têm dificuldade em distanciar-se, quer de preocupações pessoais, quer de conhecimento prévio que possuem das situações" (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 86);
c) a escolha do tema que deseja estudar, com os alunos, implica uma "mobilização pessoal que impulsione a querer buscar, a querer saber, e uma disposição para encontrar, dentro do tema mais amplo, um aspecto relevante que precise ser elucidado" (ANDRÉ, 2016, p. 23), bem como, implica ter acesso aos participantes no estudo;
d) alguns temas e contextos, talvez, já tenham sido estudados nos anos escolares anteriores. Às vezes, é saudável conversar com os pares, na escola, para subsidiar a escolha e manter o interesse dos alunos, considerando que esse tema deverá proporcionar a aquisição de novos conhecimentos.

A escolha de um tema indica, de acordo com Freire e Faundez, (1985, s/p), a possibilidade de ser uma "tarefa de trabalhar, de criar juntos, procurando superar a tentação de estar sempre sós, de escrever sós, é um testemunho intelectual que tem sentido, que tem valor".

O tema é o assunto a ser estudado e discutido: ele dará as diretrizes do texto ao expor a ideia que deverá ser defendida na realização de uma pesquisa. O tema, segundo Ferreira (2008, p. 467), refere-se à "proposição que vai ser tratada ou demonstrada". Segundo o dicionário de metodologia, significa "[*theme*] Assunto de que trata um trabalho acadêmico. Enquanto o tema de uma pesquisa é amplo e genérico, o problema de pesquisa é específico e circunscrito" (APPOLINÁRIO, 2011, p. 178).

Para uma aula investigativa/projeto/feira/gincana, entre outras, o primeiro passo é o planejamento, momento em que é escolhido o tema da investigação, mas ainda não foi escrito o problema de investigação e as demais tarefas que serão desenvolvidas em sala de aula. O tema não é o problema, embora tenha estreita relação com este. Como complemento dessa ideia, é necessário atender ao significado do termo 'problema', com isso,

> [*research question*] Questão a ser investigada numa pesquisa, colocada na forma interrogativa. O problema é uma especificação do tema de pesquisa, devendo ser circunscrito e bem definido. A definição do problema constitui-se numa etapa crucial para o desenvolvimento da pesquisa, e, dependendo de sua correta formulação e análise, decidirá que tipo e delineamento de pesquisa deverão ser adotados. Possui estreita relação com o tema [...] (APPOLINÁRIO, 2011, p. 157).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

O ponto de partida de uma investigação, em sala de aula, não se concentra nas etapas da metodologia da pesquisa, mas na relevância do tema a ser estudado. Para atender a essa finalidade, podem ser os professores estimulados a pensar por meio de indagações que surgem das percepções de cada professor sobre cada sala de aula, onde se propõe a organização de uma aula investigativa.

Eis o ponto inicial de uma investigação – acadêmica ou pedagógica – visto que, em uma aula, o aluno quer perceber que está descobrindo/aprendendo 'coisas' novas. Uma aula com investigação sugere que haverá novas aprendizagens e os alunos perceberão isso no desenvolvimento das tarefas.

Ao selecionar um tema, é preciso refletir sobre as novas aprendizagens construídas com e pelos alunos. Nesse movimento de responder às indagações e construir novas aprendizagens, há um jogo de palavras, ideias, reflexões e descobertas para reinventar e/ou recriar "técnicas e conhecimentos que permitam solucionar essas necessidades" (FREIRE; FAUNDEZ, 1985, s/p).

Destarte, podem ser dimensionados quais conhecimentos os alunos já construíram sobre esse tema, quais são possíveis mobilizar e quais são necessários construir para avançar em suas aprendizagens, quais fazem parte da base de conhecimento do professor (SHULMAN, 2014), suscitando reflexão constante da prática pedagógica e exigindo, ainda, que compreenda o tema e as várias possibilidades e relações que podem ser estabelecidas para auxiliar os alunos na construção do conhecimento sobre o tema e os conceitos estatísticos estudados (SHULMAN, 2014). Vale considerar que escolher um tema para uma aula investigativa sugere vários questionamentos do ponto de vista do professor, e entre esses pode-se indagar sobre:

a) Quais conhecimentos meus alunos já têm sobre o tema?
b) Qual a função social deste tema na aprendizagem dos meus alunos?
c) Por que este tema deve ser estudado neste ano escolar?
d) Por que este tema e não outro?
e) Quem é esse aluno que irá realizar a investigação?

Tais questionamentos ajudam a refletir sobre as novas aprendizagens e as possibilidades para que os alunos percebam suas aprendizagens no desenvolvimento das tarefas, no trabalhar e criar juntos maneiras de dar sentido e valor àquele tema (FREIRE; FAUNDEZ, 1985).

Para contextualizar um tema, o professor precisa selecionar leituras, ou, ainda, assistir a vídeos, entre outros materiais que fundamentam e oferecem possibilida-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

des de discussão e reflexão em sala de aula. A leitura da realidade com discussões, reflexões, observações e registros pode contribuir no "aprendizado da leitura e da escrita de palavras" (FREIRE; FAUNDEZ, 1985, s/p), numa dimensão social e política que sugere a leitura e a escrita daquela realidade.

A contextualização do tema é a "tentativa de formular uma nova concepção, uma reorganização do desenvolvimento, deve partir do conhecimento e das técnicas que o povo detém para responder a essas necessidades" (FREIRE; FAUNDEZ, 1985, s/p). Tal possibilidade pode criar condições de mobilização para desenvolver "projetos de ação transformadora de seu meio, a ação cultural deve partir de um conhecimento preciso das condições deste meio; de um conhecimento das necessidades" (FREIRE; FAUNDEZ, 1985, s/p), para apropriar-se de um conhecimento que valorize a dimensão social e humana, oferecendo pistas para responder às necessidades cotidianas. Ao respondê-las, pode-se criar condições técnicas sociais, políticas, pedagógicas, industriais e econômicas que vão favorecer as aprendizagens.

Em uma aula investigativa "se não tentarmos [...] uma compreensão crítica do diferente, corremos o risco de, na necessária comparação que fazemos entre as expressões culturais, as de nosso contexto e as do de empréstimo, aplicar rangidos juízos de valor sempre negativos à cultura que nos é estranha" (FREIRE; FAUNDEZ, 1985, p. 14). Essas condições estão relacionadas com a complexidade de uma ação investigativa que pode vir a

> [...] constituir-se num importante processo emancipatório ao propor uma resposta a problemas concretos, situados, locais, longe do frenesi normativo e da retórica nominalista – formular questões a estudar, elaborar os objetivos a prosseguir e as metodologias para abordá-los e monitorá-los, definir formatos para avaliar os resultados (OLIVEIRA-FORMOSINHO, 2008, p. 29).

Na docência, o professor é sujeito e participante numa investigação – uma integração que revela a complexidade dos papéis que desenvolve na docência com o papel do investigador, que aproxima o "subjetivo do objetivo, do prático e do investigador, do observador e do observado" (OLIVEIRA-FORMOSINHO, 2008, p. 34) na construção de novas aprendizagens e conhecimentos. Este novo conhecimento oferece evidências para uma mudança de paradigma, com mais reflexão, análise da prática, escutando os alunos, observando o entorno, o que se pode chamar de ação investigativa. Uma possibilidade metodológica em que o professor (como in-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

vestigador) pode reunir várias situações de ensino em uma aula, tendo em vista a busca pela resposta a um problema em estudo. Para Freire e Faundez (1985, s/p),

> As experiências de que falamos, sobre que discutimos criticamente e que se vão fixando agora na gravação do nosso diálogo emergem num discurso vivo, livre, espontâneo e dinâmico. É importante, contudo, sublinhar que a vivacidade do discurso, a leveza da oralidade, a espontaneidade do diálogo, em si mesmos, não sacrificam em nada a seriedade da obra ou a sua necessária rigorosidade.

Dessa forma, intervenções são realizadas para desenvolver o pensamento do aluno e estas representam inovações no ensino, à medida que os alunos formulam hipóteses, desenvolvem um olhar crítico e observam seu entorno a partir das novas aprendizagens. Essas inovações ajudam a desenvolver a

> [...] curiosidade do estudante [e] às vezes pode abalar a certeza do professor. [...]. Muitas vezes, por outro lado, a pergunta que o aluno [...] faz sobre um tema pode colocar ao professor um ângulo diferente, do qual lhe será possível aprofundar mais tarde uma reflexão mais crítica (FREIRE; FAUNDEZ, 1985, s/p).

Sendo assim, o desenvolvimento de uma aula investigativa implica criar possibilidade para viver, com os alunos, em sala de aula, invenções, criações, aventuras e riscos. Isto é,

> [...] a resposta, traduzida em termos de ação e reflexão, ao que ele diz tão claramente: 'agora sabemos que podemos saber mais'. O que se impõe é a definição com eles, do que deve constituir-se como 'universo' de conhecimento apontado no 'agora sabemos que podemos saber mais'. Em outras palavras, delimitar o que se pode saber mais (FREIRE; FAUNDEZ, 1985, s/p, grifos do autor).

Portanto, professores que desenvolvem em sala de aula projetos de investigação-ação para a mudança revelam ganhos pessoais, tais como a construção de autoestima e da autoconfiança; e ganhos profissionais, como o desenvolvimento de condições para autoanálise, a ampliação das interações com os demais professores na escola e com outros colegas da rede de ensino, a realização de atividades em conjunto e o acompanhamento da aprendizagem dos alunos (ZEICHNER, 2001). Desse modo, são ganhos simultâneos na pessoa, na profissão e na prática pedagógica.

Metodologia

Quanto à metodologia, este artigo faz parte de uma pesquisa de natureza qualitativa, com o objetivo de compreender a escolha do tema como parte constitutiva de

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

uma aula investigativa. Conforme Gil (2010), trata-se de uma abordagem qualitativa em que se opta, pela descrição, por um recorte dessa formação, explicitando, assim, o conteúdo do segundo módulo que tratou da aula investigativa e a proposta do Ciclo Investigativo PPDAC. Para este artigo, o recorte ocorreu também quando foram selecionadas algumas das contribuições realizadas pelos professores cursistas sobre as dificuldades em elaborar o tema de investigação. As contribuições analisadas foram registradas a partir das anotações individuais de cada professor, durante um encontro via *chat* possibilitado pelo uso do aplicativo *Telegram*.

Os registros desses professores propiciaram, literalmente, entender como as ideias surgem no decorrer da seleção de conteúdos e procedimentos para a elaboração do tema em uma aula investigativa. Aliado a esse esforço de compreensão, Stake (2011) pontua que um estudo qualitativo tem sentido quando, por meio deste, se pode compreender exatamente como as coisas funcionam, ou, ainda, quais são os indícios e vestígios de determinadas práticas pedagógicas que podem decorrer dessas (in)compreensões. Nos registros dos professores, tais indícios foram detectados por meio do contato proporcionado pelos momentos síncronos, que ocorreram num total de seis encontros realizados também com uso das ferramentas presentes no pacote *G Suite*, orientado para uso, na UESC, neste momento de pandemia. Essa ação decorreu de uma necessidade de contato pessoal com os cursistas, pois, mesmo com uso de recursos tecnológicos mediados por computadores e internet, se sabe que,

> [...] para a maioria das pessoas, tal construção de conhecimento não acontece sem o auxílio e sem a mediação de um educador. [...] A ação educacional consiste justamente em auxiliar o aprendiz, de informação quanto de construção, no sentido da significação ou da apropriação de informação. Portanto, a questão fundamental no processo educacional é saber como prover a informação, de modo que ela possa ser interpretada pelo aprendiz que passa a entender quais ações ele deve realizar para que a informação seja convertida em conhecimento. Ou seja, como criar situações de aprendizagem para estimular a compreensão e a construção de conhecimento (VALENTE, 2014, p. 143-144).

Para atender a essa ação, professores formadores acompanhavam os processos de escrita, a resolução de atividades e a discussão junto aos participantes, o que possibilitou a transcrição dos registros para arquivos que, posteriormente, foram submetidos à metodologia de análise. Os registros evidenciaram a presença de (in) certezas sobre os elementos que constituem uma aula investigativa e, por consequência, do Ciclo Investigativo/PPDAC. Como esse ciclo se compõe de cinco etapas

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

– Problema, Planejamento, Dados, Análise e Conclusão –, fez-se um recorte, aqui descrito, por meio do qual foi possível realizar o primeiro reconhecimento referente a uma identificação pontual, a partir da seguinte indagação realizada pela professora formadora:

> Hoje nossa discussão será sobre o 'tema e o problema'; o tema e o problema devem estar relacionados; na escrita do problema é preciso considerar os critérios: o ano escolar que leciona, bem como o conceito estatístico a ser estudado, as variáveis apresentadas no problema para estudo dos conceitos estatísticos (PROFESSOR FORMADOR, 29 jun. 2020, [*chat Telegram*]).

Dessa forma, para compreender as dúvidas e os saberes desses cursistas, as respostas apresentadas nesse chat se deram após o fechamento da primeira oferta do curso, analisadas por meio do uso de Análise Textual Discursiva (ATD), que, de acordo com Moraes e Galiazzi (2011), é realizada através das seguintes etapas: unitarização, categorização e metatexto.

Para contemplar a descrição metodológica, faz-se uma breve contextualização dos participantes, descrevendo a constituição do grupo de professores e as regiões onde residem. O grupo foi constituído por 50 inscritos: 30 professores da Educação Básica (Ensino Fundamental e Ensino Médio) que residem nos seguintes municípios da Bahia (BA) – Amargosa, Aurelino Leal, Camaçari, Ilhéus, Ipirá, Irecê, Itabuna, Jacobina, Jaguaquara, Mutuípe, Salvador, Teixeira de Freitas, Una, Uruçuca, Valença, Fortaleza no estado do Ceará (CE) e Natal no estado do Rio Grande do Norte; os outros 20 participantes eram estudantes do curso de Licenciatura em Matemática também residentes nos municípios da BA, a saber: Feira de Santana, Ibicuí, Ilhéus, Ipiaú, Itabuna, Itamaraju, Teixeira de Freitas e Juazeiro do Norte, este último localizado no estado do Ceará (CE).

Dos 50 cursistas, 15 participaram da discussão no *chat* e foram identificados pelas letras iniciais maiúsculas, conforme nomes (SM, SR, JS, DB, NH, etc.) presentes na descrição do *Telegram*.

Identificação e elaboração do tema na aula investigativa

Para planejar aulas com a metodologia do Ciclo Investigativo/PPDAC, adaptado por Wild e Pffankuch (1999), como norteador de uma ação investigativa, é necessário ter atenção às fases que fazem parte do start desta metodologia. Antes de acontecer esse momento de discussão, os cursistas leram o material do curso sobre aula

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

investigativa[1] e foi agendado, conforme cronograma de atividade do curso, um *chat* para o dia 29 de junho do ano de 2020.

Para a discussão, foi apresentada a seguinte proposta: "O cursista vai escolher um tema relacionado à COVID-19 e escrever um problema". Com essa prerrogativa, a identificação de um tema de estudos com clareza é essencial. Entretanto, foi perceptível uma dificuldade vivenciada pelos professores participantes para a escolha de um tema que desencadearia a definição do problema, do planejamento e demais fases do PPDAC. Essa percepção foi possível em decorrência da não presencialidade, quando as contribuições ocorreram de forma individual, pois, pode ser que num trabalho presencial as discussões coletivas diluam a atenção às dúvidas que existem sobre a etapa do processo de exposição de ideias, que dá início ao PPDAC.

Na apresentação desta etapa de formação, considerando que o objeto de conhecimento a ser estudado estava relacionado com o ensino de conceitos estatísticos na Educação Básica, os cursistas participaram de um *chat* junto aos formadores. Nesse momento, iniciou uma discussão para a escolha de um tema, pois só após esta fase teria início a elaboração do Problema. Diante disso, as idas e vindas ao *chat* para completar as ideias, desfazer e questionar, permitiram que os formadores percebessem que havia uma dificuldade implícita nesta tarefa, afinal escolher o tema não é o mesmo que explicitar um problema?

Antes de ser proposta a tarefa, não havia a ideia de que quando o tema não está delimitado para a realização de uma aula investigativa, pode constituir uma lacuna para as demais etapas que estão presentes no Ciclo Investigativo/PPDAC. No entanto, para que fosse possível acompanhar como o cursista estava compreendendo o encaminhamento da metodologia, a discussão sobre a escolha do tema foi necessária. Nos momentos seguintes do curso, a reflexão sobre a escolha do tema fez parte das discussões para planejamento das demais fases do Ciclo Investigativo.

Para compreender as contribuições dos cursistas, recorreu-se às etapas da ATD nas identificações sobre a elaboração do tema, na organização de uma aula investigativa com o estudo de conceitos estatísticos. Estas etapas têm início por meio da unitarização das contribuições dos participantes; as unitarizações dão origem ao que se pode chamar de Unidades de Significado ou de Sentido (US).

Assim, na leitura e organização do material que constituiu as US, foi possível constatar, enquanto professores formadores e pesquisadores, o quão desafiador é a tarefa da escolha de um tema para o planejamento de uma aula. Observando o

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

ponto de vista dos professores cursistas, percebeu-se que também é a partir dessa escolha que o professor poderá refletir para avaliar se o tema é, ou não, interessante para manter os alunos entusiasmados durante as demais etapas da investigação.

Na sequência da análise, as US começam a permitir uma imersão nas compreensões que possibilitam a formação de categorias iniciais. Dado o tratamento oferecido a essas categorias na ATD, ocorre a passagem sequencial para intermediárias e finais. Diante disso, o Quadro 1 apresenta essas identificações.

Quadro 1: Categorias intermediárias e finais obtidas com uso de ATD

Categorias Intermediárias	Reescrita da categoria intermediária	Categoria Final
Tema – Temática – Problema Temática – Problema – Metodologia Título – Problema Temática – Contextualização – Hipótese Temática - Problema - Contextualização Contextualização Temática – Problema Temática - Contextualização	Complexidade na identificação do tema	A escolha do tema na aula investigativa

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021)

Nesta etapa da ATD, em que são identificadas as categorias intermediárias, pode-se notar que os termos utilizados na primeira coluna do Quadro 1 são registros que representam o resumo das dúvidas dos participantes em relação à escolha do tema. A partir do Quadro 1, é possível constatar que o uso do termo tema está relacionado a outros usos – temática, título, problema, contextualização – chegando a ser, também, confundido com hipóteses.

Por vezes, o próprio termo – tema – suscitou a ideia de sinônimos em relação ao uso de problema e temática. Para a distinção entre o uso dos termos, convém uma consulta aos dicionários, que, neste caso, são representados metodologicamente por Appolinário (2011, p. 178), em que "Tema - Assunto de que trata um trabalho acadêmico. Enquanto o tema de uma pesquisa é amplo e genérico, o problema de pesquisa é específico e circunscrito". Para dar continuidade à distinção entre tema e outros termos presentes nesta categorização, foi necessário prolongar a apresentação dos termos, mantendo a condução do texto por meio do dicionário de filosofia. Dessa forma,

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

> TEMA (lat. *Thema;* in.*Theme;*fr.*Thême.* al.*Thema;* it. *Tema*). Assunto ou objeto de indagação, discurso ou estudo. Na terminologia filosófica contemporânea são também utilizados os termos tematizar e tematização para indicar a escolha ou a formação dos T., que é uma fase importante e muitas vezes decisiva da investigação (ABBAGNANO, 2012, p. 1110).

Na sequência, Houaiss (2008, p.794) define: "tema – *s.m.* 1 assunto (ver) 2 proposição: apresentação, asserção, enunciação, enunciado, tese < t. a ser desenvolvido pelos alunos>". Ainda, este mesmo dicionário apresenta que "assunto – *s.m* 1 argumento: matéria, motivo, objeto, tema, temática, tese, trama. 2 ponto: particular <sobre esse a. não há acordo>. sin. gerais: questão, tema" (HOUAISS, 2008, p. 96).

Diante do exposto, nota-se o quanto a escolha de um tema, para dar início à constituição da aula investigativa, pode se tornar uma dificuldade para o professor e, consequentemente, para a implementação da metodologia do Ciclo Investigativo/ PPDAC.

Cabe ressaltar que essa assertiva se tornou compreensível para os professores formadores somente quando foi necessária a explicitação individual dos participantes – momento do *chat* realizado no *Telegram*. Possivelmente, as dificuldades em delimitar um tema desapareceriam se o participante estivesse junto ao grupo com o qual realiza as tarefas do processo formativo. Pois, pode ocorrer que a emergência de uma ideia, de um único participante, tenha apoio e tome a frente dessa identificação – o que pode não resolver a dúvida presente em outros participantes.

Dessa forma, foi essencial que houvesse a oportunidade de discutir essa questão com cada participante durante o processo formativo, o que permitiu identificar tais dificuldades, visto ser um processo que se efetivou no movimento em que o professor, como mediador da ação de pesquisar com os alunos, se torna um participante ativo da aula, da pesquisa, do projeto e da sua própria formação num processo contínuo (COCHRAN-SMITH, 2003).

Para explicitar essa situação, no detalhamento possibilitado pelo uso da ATD, apresenta-se o fechamento da análise, ou seja, o metatexto constituído a partir da categoria final: escolha do tema de investigação.

Metatexto: contribuições emergentes

Pensar sobre o tema da investigação foi uma etapa potencial, considerando que sua escolha impõe saber e não saber, ao mesmo tempo em que novas rotas para a

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

formação de professores que ensinam Matemática são exploradas. No momento em que o professor participante precisa fazer a escolha do tema, possivelmente fará também a reflexão sobre os saberes relacionados ao tema. Com isso, terá clareza sobre outros saberes que precisa mobilizar e aprender para construir novos conhecimentos com os alunos.

Na realização dos estudos sobre o Ciclo Investigativo/PPDAC, o processo formativo ofereceu aos professores a oportunidade de identificação das dificuldades conceituais em relação aos conceitos estatísticos, as quais, no decorrer dos estudos e discussões no módulo inicial, não tinham sido ainda detectadas, uma vez que, naquele momento, foram estudados os referidos conceitos e procedimentos teóricos.

Praticamente foi a escrita via *Telegram* que propiciou o desencadeamento de identificações realizadas neste artigo, as quais permitiram apresentar as seguintes confluências de ideias: o tema deve ser mencionado junto ao problema, ou seja, deve haver uma circunstância que permite a sua apresentação; o tema vai além da contextualização e deve ser mencionado junto à metodologia que será empregada para desenvolver a questão proposta; o problema é uma dificuldade imposta; tema e título são a mesma coisa; tema só tem sentido se for particionado em unidades descritas como subtemas; só é possível eleger um tema se antes houver uma proposta, isto é, o tema é uma resposta a uma provocação e não uma delimitação de ideias para que se possa saber sobre algo.

Se um tema é uma proposição que vai ser tratada, estudada (FERREIRA, 2008), um assunto que será estudado de forma ampla (APPOLINÁRIO, 2011), então, a escolha precisa ser cuidadosa desde a sua primeira identificação. Ainda, a questão da relação de temáticas voltadas à COVID-19 foi uma discussão trazida pelos participantes, conforme se pode observar na descrição de amplitude presente em Apolinário (2011), um estudo sobre a COVID-19 em suas várias dimensões.

Para compreender essa questão, a contribuição de DB sugeriu um tema *(COVID-19),* mas indicou uma temática (*As medidas de isolamento (quarentena, distanciamento social)* como uma unidade, uma temática, etc. O que DB chamou de subtema[2] é considerado como temática, por explicitar a formação do tema, conforme se pode ler em tematizar, apresentado em Abbagnano (2012). Nesse sentido, a contribuição de DB revela:

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

> Tema: Covid-19; Subtema: As medidas de isolamento (quarentena, distanciamento social); Problema: Com a flexibilização ao isolamento social, houve aumentos significativos dos casos de Covid-19? Em caso afirmativo, apresente dados que comprove (DB, [29.06.20 15:04]).

Durante o curso de formação realizado, ficou claro para os participantes que, sem qualquer dúvida, a escolha do tema é parte constitutiva de uma aula investigativa. Com o tema definido, pode-se planejar e organizar as demais etapas do processo da investigação considerando as suas variáveis, ou seja, o que se pretende estudar com os alunos sobre esse tema? Para compreender tal dimensão, é necessária a contextualização para chegar à escrita do problema (1ª fase do PPDAC). Segundo a contribuição de SM, embora não faça destaque em sua escrita, o tema (*COVID-19*) e a temática (*o novo coronavírus o Sars-Cov-2 que causa infecções respiratórias e provoca a doença chamada de COVID-19*) e, ainda, complementa com a contextualização e levantamento de hipótese, o que indica tomada de decisão, observação, estudo, acompanhamento de dados, etc. Com isso, afirma que,

> atualmente, convivemos com a pandemia do novo coronavírus, o Sars-Cov-2, que causa infecções respiratórias e provoca a doença chamada de COVID-19. O novo agente do coronavírus foi descoberto em 31/12/19, após casos registrados na China. O coronavírus se disseminou de forma rápida no mundo todo até chegar aqui no Brasil. Na tentativa de conter a rapidez de sua disseminação, a Organização Mundial da Saúde orienta que medidas de proteção sejam tomadas, dentre elas a higienização das mãos e o isolamento social. Desde que chegou à Bahia, as autoridades municipais e estaduais vêm tomando tais medidas a fim de diminuir a circulação do vírus pelo Estado. Supondo que cada pessoa infectada transmita a doença de forma assintomática para, em média, 4 pessoas por dia e levando em consideração que o primeiro caso da Covid-19 foi registrado em Salvador dia 13/03/2020, se as medidas de isolamento social não fossem tomadas, qual deveria ser o total de infectados, em Salvador, ao final do dia 30/03/2020? Como esse resultado pode ser evitado? (SM, [29.06.20 00:12]).

Dando prosseguimento, considera-se que numa aula investigativa há o desenvolvimento de uma metodologia de pesquisa e, também didática, como forma de organização do trabalho do professor/pesquisador. Nesse momento, a contribuição de JS sugere, subliminarmente, o tema (COVID-19) e apresenta a temática *(Redes sociais em perspectiva na pandemia da COVID-19),* selecionando onde será realizada a pesquisa (redes sociais) e com quem (amigos das redes sociais) se dará a coleta dos dados e o problema. Dessa forma, foram eleitos o tema, os procedimentos desencadeados e o problema, respectivamente:

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

> Tema: Redes sociais em perspectiva pandemia da COVID-19. Será investigado o que os amigos das redes sociais (Facebook, Instagram e WhatsApp) pensam sobre a COVID-19 e os cuidados que estão tomando para não contrair o vírus; [...] Problema: O risco de contaminação da COVID-19, como estão fazendo para ter o mínimo possível de contato com outras pessoas e como estão fazendo para ir menos ao mercado, etc. E os entrevistados sabem distinguir os sintomas da COVID-19 de uma gripe comum? (JS, [29.06.20 08:18]).

Conforme o contexto em questão, a contribuição de NH sugere, nas entrelinhas, o tema (COVID-19), mas a sua escrita dá ideia de um título de trabalho pressupondo uma pergunta. Retomando a ideia de Freire e Faundez (1985), uma pergunta pode oferecer ao professor e ao aluno possibilidades para aprofundar uma reflexão mais crítica sobre a vida, o eu, o outro, a comunidade. Refletir sobre a COVID-19 é um exemplo desta natureza. Em seguida, após propor o questionamento, NH escreve o problema.

> TEMA: A pandemia e as aulas a distância na Educação Básica: o que pensam os alunos? Problema: Qual a opinião dos alunos da Educação básica sobre as experiências vivenciadas com as aulas a distância durante a Pandemia da Covid-19? (NH, [29.06.20 09:45]).

Mais uma vez, o tema (COVID-19) está explícito na apresentação da temática. Essa ideia traz uma possibilidade de contextualização do tema, conforme a temática. Na contribuição de XX está explícito que pretende trabalhar com os alunos as mudanças na rotina e despesas familiares e, para isso, planeja começar com uma roda de conversa para ouvir os alunos e a nova organização das suas casas. Propõe, também, a leitura de reportagens sobre o vírus para ampliar os conhecimentos dos alunos e um trabalho com a fatura da energia e, em seguida, construir gráficos para analisar o consumo da água no momento em que toda a família está em casa. Com isso, elege os seguintes elementos,

> Tema: Ações de prevenção da COVID e o aumento das despesas familiares; Problema: Quais as mudanças na rotina e na despesa das famílias para prevenção da covid? Medidas do dia a dia, como lavar as mãos e evitar aglomerações, reduzem o contágio da doença? Com essa informação, iniciaremos realizando uma roda de conversa com os alunos para trocar conhecimento sobre vírus e as formas de combate utilizados, fazendo um relato escrito sobre os hábitos familiares que foram modificados nesse isolamento e apresentar algumas reportagens sobre o avanço do vírus. Após esse momento, e com auxílio da fatura de energia do mês de dezembro 2019 e a fatura atual, analisamos o gráfico de consumo verificando se houve aumento em relação ao mesmo período do ano passado e se faz o mesmo com a fatura de água (SR, [29.06.20 03:20]).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Percebe-se que é preciso avançar nas discussões conceituais sobre tema e temática – o tema foi indicado claramente na mensagem de DB. Nem sempre o tema foi indicado, embora tenha sido estabelecida a relação com a COVID-19 em todas as mensagens no *chat*. Nesse sentido, na contribuição de RF, também, fica explícita a escolha de uma temática considerando o contexto familiar e da comunidade: "Tema: Covid 19 e as relações interpessoais no contexto familiar e da comunidade. Problema: Como as pessoas da cidade têm se sentido a respeito do convívio com familiares e comunidade durante o período de pandemia? (RF, [29.06.20 09:11])".

De uma maneira geral, os 15 participantes do *chat* indicaram uma temática, não deixando claro o tema, embora todos tenham estabelecido relação com a COVID-19. Assim, na leitura dos dados, emergiu a ideia da complexidade na escolha de um tema. Nesse sentido, teve vez a reflexão sobre a premente necessidade de selecionar leituras, promover discussões, reflexões e elaborar atividades de pesquisa a serem desenvolvidas em sala aula, com as fontes disponíveis na escola e o prazo previsto para sua realização (BOGDAN; BIKLEN, 1994). A escolha de um tema indica novas aprendizagens *com* e *para* o professor e os alunos. Numa pesquisa em sala de aula, professores e alunos participantes vão mobilizar e construir novas aprendizagens, também sobre a Covid-19, com um tema atual que emergiu de a pandemia. Tal situação implica a disposição de encontrar um aspecto relevante daquele tema para o estudo (ANDRÉ, 2016). E muitas outras foram as temáticas escolhidas pelos cursistas, como, por exemplo: Ações de prevenção da Covid e o aumento das despesas familiares (SR); Relação entre o saneamento básico e a transmissão da Covid-19 (JLB C); Impactos da Covid-19 na Conjuntura Econômica da Bahia (TR); A Covid-19 e o psicológico de quem está na linha de frente do combate (EFA); Impacto do período de Isolamento Social no sistema psicológico (EG), etc.

Diante disso, enquanto professores formadores e pesquisadores, compreende-se que o foco nas identificações e escolha do tema foi uma atitude que permitiu asseverar a observação dos professores formadores sobre os conhecimentos dos cursistas. Com esse propósito, as atividades foram encaminhadas para realização em grupos, mas com momentos de discussões coletivas e individuais realizadas no *chat,* o que permitiu constatar as (in)compreensões apresentadas na constituição do passo inicial do PPDAC, ou seja, a escolha do tema. Parece que as condições: a seleção das várias fontes para estudo, a conversa com outras pessoas da escola e da comunidade, o distanciar-se do tema para chegar às novas aprendizagens, a curiosidade para

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

buscar e o aprender com o outro (BOGDAN; BIKLEN, 1994; FREIRE; FAUNDEZ, 1985; ANDRÉ, 2016) ainda não são saberes mobilizados no momento do planejamento de uma aula investigativa. A comunidade precisa estar mais na escola, na construção de conhecimentos, como zona de possibilidade de conhecimentos locais.

Como emergência que propiciou a identificação da categoria final, definida como *o tema na aula investigativa,* se pode notar o quanto essa observação foi cuidadosa durante o processo formativo. No entanto, caso não houvesse um contato individualizado com cada cursista, essas dúvidas seriam absorvidas pelo trabalho coletivo e as dificuldades em estabelecer essas referências poderiam tornar o desenvolvimento da aula investigativa pouco produtiva, parecendo que o empenho do uso do PPDAC não seria adequado. Algo assim evidencia que muitas vezes o problema não é a metodologia adotada, mas sim os próprios conhecimentos que precisam ser mobilizados para essa realização. Principalmente, foi premente a necessidade do trabalho coletivo dos formadores imbuídos dos processos da *práxis*, situados em Freire (1995, 2002). Nesse sentido, para Pérez Gómez (1997, p. 112), "à docência é considerada como prática baseada na reflexão na e sobre a ação por desencadear reflexão".

Por certo, os professores formadores, ao concluírem o processo formativo e submeterem esses dados à metodologia de análise textual, adquiriram uma sensibilidade ainda maior, para futuras formações, referentes ao trato com as etapas do Ciclo Investigativo/PPDAC. Talvez seja essa a maior contribuição obtida que evidenciou a presença do novo emergente, fruto desses procedimentos e inerente à metodologia de análise utilizada.

Resultados provisórios

Os dados analisados revelaram percepções dos dois lados da formação. De um lado, evidenciaram que os professores cursistas transitaram entre sugerir o tema e a escolha do título. Um tema pode ser título? Pode e não pode (...) depende como será a organização do professor para realizar os seus estudos com os alunos. Um tema precisa constituir situação de estudo e pesquisa num processo emancipatório, para construir conhecimentos, refletir sobre uma realidade e responder a problemas concretos (OLIVEIRA-FORMOSINHO, 2008).

De outro lado, se pode observar as contribuições sob o ponto de vista do formador, pois essa atividade desencadeou uma atenção especial no desenvolvimento do

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Ciclo Investigativo. Conforme se deu a proposição de construção do tema, a ser realizada pelos participantes, ficou nítido que nessa atividade pode haver um entrave inicial. Por isso, é coerente que se escute de cada participante as suas ideias sobre cada uma das etapas do PPDAC, e, para isso, não se deve pressupor compreensões. Importante neste processo formativo o registro individual de contribuições dos participantes, o que permitiu perceber as dúvidas iniciais sobre a realização do Ciclo Investigativo PPDAC.

No entanto, se todas as atividades tivessem sido realizadas pelos grupos sem contato com os formadores em cada etapa, muito provavelmente os detalhamentos sobre as dificuldades na escrita do tema não teriam sido explicitados.

Diante disso, a complexidade e o desafio para a proposição desencadearão a escolha do tema para pesquisar. Um tema é abrangente e permite que se façam recortes, segundo, por exemplo, o ano escolar, os conhecimentos que alunos já possuem e o contexto daquela sala de aula e comunidade. Um tema indica possibilidades diversas para o estudo de vários conteúdos, numa dimensão social e pedagógica.

O que se pode afirmar, após a realização do curso no modo *on-line*, é que anterior a esse empenho não havia clareza quanto às dúvidas dos professores na construção da primeira fase do PPDAC – momento da escolha do tema. Relacionado a isso, durante o curso MATEMÁTICA #COmVIDa, observou-se dificuldade na formalização do tema, por isso é preciso ter atenção à identificação inicial sobre as possíveis (in)compreensões de professores durante as atividades de escolha do tema a ser investigado.

Após esses encaminhamentos de formação, verificou-se o quanto a elaboração de uma atividade investigativa pode se tornar confusa se essas dúvidas chegarem às salas de aula. As incertezas não aproveitadas como fontes de aprendizagens podem se transformar em lacunas e invalidar o uso de uma metodologia para o planejamento e encaminhamento pedagógico das atividades de sala de aula, inclusive podendo se estender a outros processos formativos para professores que ensinam matemática. Por essa razão, durante todo o curso, se teve o cuidado de manter encontros via *Telegram*, permitindo, assim, as identificações pessoais de cada cursista; uma possibilidade de discutir e refletir, *on-line*, sobre as dúvidas dos professores para que não sejam tomadas por invisibilidades, mas dissecadas em sua natureza, e, com isso, esclarecidas.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

No caso do processo formativo para professores que ensinam Matemática, a sensibilidade na escuta do professor foi aprimorada pela realização das unitarizações, favorecidas pelo processo de análise realizado via ATD. Dessa forma, a partir da obtenção de cada US, uma a uma as dúvidas dos participantes foram sendo compreendidas. Com isso, a categoria identificada – escolha do tema na aula investigativa – representa para os professores formadores não só o resultado final de um procedimento de análise textual, mas evidencia que essa dificuldade deve ser objeto de atenção, talvez novamente identificada, em futuras formações para professores que ensinam Matemática, antes de se dar seguimento às demais etapas do PPDAC.

Ainda em relação à categoria final, é possível contrastá-la com o objetivo que permitiu realizar essa identificação do seguinte modo: compreender a escolha do tema como parte constitutiva de uma aula investigativa.

Após este delineamento, se pode afirmar que o objetivo foi contemplado e com isso a realização da aula investigativa que depreende deste foi possibilitada. Este artigo foi imbuído deste interesse de exposição, que, tendo atingido esse propósito, por ora, se conclui esta comunicação de resultados que se assumem como provisórios, pois são parte de análises realizadas sobre os processos de formação para professores que ensinam Matemática. E tais processos devem se manter atentos às situações que podem melhor conduzir as contribuições no processo formativo de professores de Educação Básica, nas fases de planejamento de uma aula investigativa.

Contributions of the training process for basic education teachers: the choice of the topic in an investigative class

Abstract

This article **aims** to understand the choice of theme as a constitutive part of an investigative class. For this, qualitative research was developed during a teacher training course, lasting 50 hours, called MATHEMATICS #COMVIDa, structured in three modules: I Teaching of Statistics; II PPDAC Investigative Cycle, and III Preparation of Teaching Sequences. Thirty Basic Education teachers and 20 Mathematics undergraduate students participated in the course. Due to the pandemic period, the course occurs via Google meet, with a chat service through the Telegram application that took place before and after the synchronous meetings. **The material collected** in the chat allowed the delimitation of the corpus through Discursive Textual Analysis. As an analysis procedure, the units of meaning obtained showed difficulties from the final category: the choice of theme in the investigative class. **It was concluded** that a training process for Basic Education

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

teachers, planned and developed from an investigative perspective, should consider that the theme is comprehensive and indicates different possibilities for the study of many contents, in a social and pedagogical dimension, according to the classroom' context and the community.

Keywords: Online training process. Investigative class. PPDAC cycle. DTA.

Notas

[1] Em cada módulo do curso, a equipe formadora elaborou um texto base para leitura, discussão e aprofundamento dos estudos. No Módulo 2, foi elaborado o texto intitulado 'Metodologia investigativa e o Ciclo Investigativo – PPDAC', de autoria de Maria Elizabete Souza Couto, Eurivalda Santana, Débora Cabral Lima, Alessandra Costa Freitas, Sandra Paula Almeida Nascimento. O material era postado no *Classroom* para que todos os cursistas tivessem acesso. O material tinha como objetivo apresentar a metodologia de investigação nas aulas de Matemática e os conceitos estatísticos. Para isso, foi escolhido o Ciclo Investigativo: Problema – Planejamento – Dados – Análise – Conclusão (PPDAC), como proposta para elaboração de um planejamento que crie possibilidades para favorecer a aprendizagem de conceitos estatísticos e mobilizar o pensamento científico e crítico dos estudantes.

[2] A indicação do subtema pelos cursistas foi compreendida na análise como temática.

Referências

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de filosofia**. 6.ed. São Paulo: WMF, 2012.

ANDRÉ, Marli. Formar o professor pesquisador para um novo desenvolvimento profissional. In: ANDRÉ, Marli. **Práticas inovadoras na formação de professores**. Campinas: Papirus, 2016.

APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de metodologia científica**: um guia para a produção do conhecimento científico. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2011.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação**. Uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto, 1994.

COCHRAN-SMITH, Marilyn. Learning and unlearning: the education of teacher educators. **Teaching and Teacher Education**, n. 19, p. 5-28, 2003.

COSTA, Sandra Regina Santana; DUQUEVIZ, Barbara Cristina; PEDROZA, Regina Lúcia Sucupira. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. **Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, SP, v.19, n.3, p. 603-610, set./dez. 2015.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 8. ed. Campinas: Associados, 2007.

FERREIRA, A.B. de H. **Aurélio**: o dicionário da língua portuguesa. Curitiba: Positivo, 2008.

FREIRE, Paulo; FAUNDEZ, Antonio. **Por uma pedagogia da pergunta**. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985. Disponível em: http://www.afoiceeomartelo.com.br/posfsa/Autores/Paulo%20Freire/Paulo%20Freire%20-%20Por%20Uma%20Pedagogia%20da%20Pergunta.pdf Acesso em: 30 nov. 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**: gêneros textuais do argumentar e do expor. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 200p.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

HOUAISS, Antonio. **Minidicionário Houaiss da língua portuguesa**. 3.ed. Rio de Janeiro: Objetiva-Moderna, 2008.

MAGINA. S. M. P.; SANTANA, E. R. S.; SANTOS, A.; MERLINI, V. L. Espiral RePaRe: um modelo metodológico de formação de professor centrado na sala de aula. **Revista REAMEC**, Cuiabá (MT), v. 6, n. 2, p. 238-258, jul./dez. 2018.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise Textual Discursiva**. 2.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

OLIVEIRA-FORMOSINHO, J. A investigação-ação e a construção de conhecimento profissional relevante. In: PIMENTA, S. G.; FRANCO, M. A. S. **Pesquisa em educação**. Possibilidades investigativas/formativas da pesquisa-ação (Org.). São Paulo: Loyola, p. 27-39, 2008. v.2.

PÉREZ GÓMEZ, Angel. O pensamento prático do professor: a formação do professor como profissional reflexivo. In: NÓVOA, António. **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1997.

SANTANA, Eurivalda Ribeiro dos Santos; COUTO, M. E. S. Desenvolvimento profissional e estatística: um encontro entre a universidade e a escola. **Seminário Hispano Brasileño de Educación Estadística**. 1.ed. Granada: Universidad de Granada, 2020, v. 1, p. 49-52.

SHULMAN, L. S. Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. **Cadernos Cenpec**, São Paulo, v.4, n. 2, p.196-229, dez. 2014.

STAKE, Robert E. **Pesquisa qualitativa**. Estudando como as coisas funcionam. Porto Alegre: Penso, 2011.

VALENTE, J. A. A comunicação e a educação baseada no uso das tecnologias digitais de informação e comunicação. **Revista UNIFESO –** Humanas e Sociais, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 141-166, 2014.

WILD, C.; PFANNKUCH, M. Statistical thinking in empirical enquiry. **International Statistical Review**, n. 67, p. 223-265, 1999.

ZEICHNER, K. M. Educational action research. In: REASON, P.; BRADBURY, H. (Ed.). **A handbook of action research**. London: Sage, 2001. p. 273-283.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Tecnologia assistiva como artefato cultural tecnológico para aprendizagem de alunos com baixa visão

Jaqueline Santos Vargas-Plaça*, Shirley Takeco Gobara**, Luis Radford***

Resumo

O presente artigo apresenta o recorte de uma pesquisa em que um dos objetivos foi investigar como as Tecnologias Assistivas (TAs) podem auxiliar alunos com deficiência no processo de aprendizagem em contextos escolares. Utilizando a Teoria da Objetivação como aporte teórico e metodológico, foi elaborada e planejada uma tarefa para alunos cegos e com baixa visão sobre a temática dia e noite. O enfoque das análises está nas interações de duas alunas do ensino fundamental com baixa visão, sob o objetivo de compreender de que maneira as TAs podem auxiliar na tomada de consciência dos saberes científicos constituídos histórica e culturalmente, ao mesmo tempo, em seu estabelecimento como indivíduos solidários, inclusivos e críticos. Os resultados obtidos apontam evidências de que as TAs, embora muitas vezes tenham sido reduzidas à dimensão puramente técnica, como mero auxílio cognitivo, também exercem papel relevante nos processos nos quais os alunos se posicionam socialmente na prática científica.

Palavras-chave: Educação Especial. Teoria da Objetivação. Artefatos Culturais. Subjetividade.

* Doutora em Educação pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. E-mail: jkvargas-@hotmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1218-9192

** Professora no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. E-mail: stgobara@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0336-8199

*** Professor na Laurentian University em Sudbury, Ontário, Canadá E-mail: lradford@laurentian.ca. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6062-0605

https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.11342
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
Recebido em: 17/07/2020 – Aceito em: 11/04/2021
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

A inclusão dos alunos com deficiência no ensino regular é uma realidade no Brasil e é garantida por meio da legislação brasileira, que está sendo efetivada em passos muitos lentos. Uma escola inclusiva não é apenas um espaço físico adaptado ou com a presença de alunos com deficiência, mas a que deve oferecer oportunidades para que os alunos permaneçam e aprendam. Logo, é preciso que também ocorra uma mudança da própria comunidade escolar, visto que deve existir "o reconhecimento do aluno deficiente como sujeito de direito igual a todos [...], caso contrário será a exclusão dentro da inclusão" (MOREIRA, 2013, s.p.).

Várias ações já foram desenvolvidas para que esses alunos possam ser incluídos na sala de aula regular, e uma dessas propostas, instituída pela Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva, de 2008, refere-se às Diretrizes Operacionais da Educação Especial para o Atendimento Educacional Especializado (AEE), regulamentada pelo Decreto nº 6.571, de 18 de setembro de 2008, que foi substituído pelo Decreto nº 7.611, de 17 de novembro de 2011. De acordo com esse último decreto, a Educação Especial é a modalidade de educação responsável pela realização do AEE.

O AEE visa garantir que os alunos com deficiência, com transtornos globais de desenvolvimento e com altas habilidades/superdotação tenham oportunidades, acesso e condições para uma educação de qualidade (BRASIL, 2008). Um dos objetivos desse atendimento é promover a autonomia e a independência do seu público-alvo não só na escola, mas também fora dela.

> O atendimento educacional especializado – AEE, tem como função identificar, elaborar e organizar recursos pedagógicos e de acessibilidade que eliminem as barreiras para a plena participação dos alunos, considerando suas necessidades específicas. (BRASIL, 2008, s.p.)

Esse atendimento acontece, prioritariamente, nas Salas de Recursos Multifuncionais (SRM) da escola em que o aluno estuda ou em outra escola, no contraturno em que o aluno estuda. O AEE também pode ser ofertado em centros de atendimento público ou privado, que tenham convênio com a Secretaria de Educação (Brasil, 2008). Sendo assim, os alunos atendidos no AEE possuem duas matrículas: uma no ensino regular e outra no AEE.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

As SRM foram estabelecidas em todo o território brasileiro por meio do Programa de Implantação das Salas de Recursos Multifuncionais (PI-SRM), com o intuito de apoiar os sistemas de ensino na oferta e na organização do AEE (BRASIL, 2011). Esses espaços receberam mobiliário, recursos pedagógicos e de acessibilidade e materiais didáticos. Dentro dessa relação de materiais também foram disponibilizadas algumas Tecnologias Assistivas (TAs),

O campo de conhecimento da TA ainda é uma área em desenvolvimento, e em nossa pesquisa estamos considerando a definição de TA utilizada pela legislação e nos documentos brasileiros, aprovada pelo Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) da Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República. Dessa forma, a definição oficializada é a seguinte:

> Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. (BRASIL, 2009, p. 2)

As TAs como recursos consistem em artefatos culturais tecnológicos ainda pouco explorados nas salas de aula e nas SRM. Isso motivou a realização de um estudo, que está em desenvolvimento, para investigar as potencialidades dessas tecnologias para o atendimento de alunos cegos ou com baixa visão.

Para esses alunos as TAs são necessárias, pois, em alguns casos, sem elas os alunos não conseguem realizar as tarefas propostas pelos professores, como, por exemplo, escrever. Na referida pesquisa as TAs são consideradas artefatos culturais tecnológicos importantes e necessários para a aprendizagem, quando auxiliam os alunos a tomarem consciência dos saberes científicos constituídos histórica e culturalmente a se estabelecerem como indivíduos solidários, inclusivos e críticos, a fim de que consigam autonomia no contexto escolar de acordo com o AEE. Sendo assim, o objetivo desse artigo é discutir a importância das TAs como artefatos culturais tecnológicos e compreender de que maneira podem auxiliar alunos cegos e com baixa visão, em particular, nas tarefas escolares.

Como aporte teórico utilizou-se a Teoria da Objetivação[1] (TO), uma teoria contemporânea, que foi proposta inicialmente para a educação Matemática, mas que não se limita apenas a essa área do conhecimento. Pesquisas com resultados relevantes para a educação em Ciências estão sendo desenvolvidas no Brasil (XIMENES,

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

GOBARA e RADFORD, 2020, p.110), cuja área de conhecimento, em particular o ensino de Física, faz parte do interesse desse artigo. Essa teoria considera os artefatos culturais como auxiliares importantes para o desenvolvimento de atividades educacionais, e ressignifica o processo ensino-aprendizagem como resultado de dois processos indissociáveis: (1) processos de encontros com saberes culturais historicamente constituídos; e (2) processos de transformação do ser (aluno) por meio do labor conjunto dos alunos e o professor em sala de aula. A seguir são apresentados os conceitos fundamentais dessa teoria e a metodologia de pesquisa associada.

Referencial teórico e metodológico

A TO é uma teoria de ensino e aprendizagem inspirada no materialismo dialético e nos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky. A TO retoma, em particular, a ideia da constituição social e histórica dos indivíduos e sua consciência (VYGOTSKY, 1929). O objetivo, ao propor essa teoria, foi romper com as correntes construtivistas, tradicionais e individualistas que predominam na educação Matemática.

> A teoria da objetificação se inscreve em um projeto educacional diferente: propõe o objetivo da Educação Matemática como um esforço político, social, histórico e cultural, voltado à criação dialética de sujeitos éticos e reflexivos que se posicionam criticamente em práticas matemáticas histórica e culturalmente constituídas e que ponderam novas possibilidades de ação e pensamento. (RADFORD, 2018a, p. 137, tradução nossa)

Na TO saber e aprendizagem são redefinidos baseados em uma abordagem histórico-cultural, na qual o foco não está apenas no saber, mas também na transformação do ser. Para a TO, ensino-aprendizagem é um processo indissociável, que envolve tanto o saber quanto o ser em transformação. *"A TO se baseia na ideia fundamental de que aprender é tanto saber como devir[2]"* (RADFORD, 2018c, p. 3, tradução nossa). Serão introduzidos a seguir alguns dos conceitos-chave dessa teoria, iniciando a discussão pela ressignificação de saber e conhecimento.

Conceitos-chaves da Teoria da Objetivação

O saber na TO é definido *"como um sistema histórico e culturalmente constituído de processos corpóreos, sensíveis e materiais de ações e reflexões"* (RADFORD, 2018, p. 3, tradução nossa). De acordo com a TO, quando nascemos encontramos um mundo

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

repleto de saberes culturais, de formas de fazer, pensar e refletir que variam de cultura para cultura. Esses saberes estão sempre em movimento e em transformação.

Parte-se da ideia de que o saber é pura potencialidade. No início essa potencialidade se apresenta à criança como **capacidade** de poder fazer algo como, por exemplo, resolver uma equação matemática, mas, para que isso aconteça, uma ação deve ser realizada. Quando é concretizada, talvez com a ajuda do professor, por meio da linguagem, do uso de artefatos, de ações etc., o que antes era apenas uma potencialidade é materializado em um ato, e essa materialização é denominada de conhecimento. Toma-se como exemplo o saber relacionado à resolução de equações lineares, que já está na cultura, embora os alunos ainda não o reconheçam. Com a ajuda do professor, os estudantes resolvem uma equação particular, como a equação $5x + 1=3x + 19$. A série de ações realizadas para resolver essa equação, ou seja, os passos que são seguidos para determinar o valor de X, constituem a materialização do saber, e essa materialização é o que na TO é denominado de **conhecimento**.

A materialização do saber acontece por meio da **atividade humana**, que é mais que fazer algo. Refere-se às ações desenvolvidas para satisfazer necessidades coletivas, uma busca comum, que, no caso do exemplo, foi resolver a equação. Nesse sentido, os participantes, ao desenvolverem ações coletivas, também se transformam. Portanto, não são somente os saberes que se transformam por meio da atividade, mas o ser também está em constante transformação. A criança que não sabia resolver equações lineares e passa a resolvê-las depois do labor conjunto, não é mais a mesma, torna-se participante de uma prática social, pois estabelece um diálogo com a humanidade, cuja linguagem faz parte dos saberes culturais da Matemática.

Na TO a atividade que torna possível a aprendizagem tem um papel fundamental e, para que não se confunda o significado desse termo, utilizado na perspectiva da presente teoria, o Radford (2017) concebe e define que a atividade é labor conjunto. Logo, para a TO a atividade ou o labor conjunto tem um significado muito específico, porque trata de uma forma de vida, uma energia que os indivíduos gastam, trabalhando em conjunto, para resolver problemas comuns. É no labor conjunto que professores e alunos se envolvem, se engajam e desprendem energias para resolver os problemas coletivos. Dentro dessa dinâmica, professores e alunos se transformam, se preocupam e se solidarizam uns com os outros, para responder à necessidade coletiva de resolver um problema. É nesse sentido que *"A atividade aparece como a unidade mínima que reproduz a sociedade como um todo. Repousa*

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

sobre uma concepção específica de indivíduos como seres naturais de necessidades" (RADFORD, 2015, p.553, tradução nossa). Professores e alunos possuem papéis e ações diferentes, mas estão em uma mesma atividade, em um mesmo trabalho conjunto, com um mesmo objetivo.

> O labor conjunto sugere uma perspectiva educacional em que a visão de ensino e aprendizagem não são como duas atividades separadas, mas como uma atividade única: uma atividade em que os professores e os estudantes, embora sem fazer as mesmas coisas, se engajam intelectual e emocionalmente, em direção à produção do que nós denominamos uma obra comum. (RADFORD, 2016, p. 200-201)

A TO busca propiciar as condições para que, durante a interação em sala de aula, por meio do labor conjunto, as ações realizadas entre alunos-alunos e professor envolvam não apenas os saberes, mas o cuidado com o outro, uma responsabilidade e uma ética comunitária. O Radford (2017) considera a ocorrência de uma ética comunitária quando os sujeitos (professores e alunos), ao interagirem durante o labor conjunto, apresentam responsabilidade, compromisso e o cuidado com o outro. Sendo assim, tanto no planejamento quanto na realização de uma atividade de ensino-aprendizagem todos esses aspectos devem ser considerados. Entretanto, durante o labor conjunto os indivíduos produzem e reproduzem manifestações e movimentos em função de suas necessidades, de sua biografia e da compreensão do que estão fazendo. Como consequência, surge um movimento turbulento que se manifesta no confronto de diferentes concepções de como resolver os problemas planejados. Desse confronto, aparecem tensões e contradições que fazem o trabalho conjunto seguir caminhos e movimentos que não são previsíveis antecipadamente, como são propostos no ensino tradicional. São precisamente essas tensões e contradições que constituem o motor da atividade.

A aprendizagem na Teoria da Objetivação

Como apresentado anteriormente, o saber e o ser se materializam por meio da atividade, do labor conjunto. Para o Radford (2018b), essas materializações dão lugar aos processos de objetivação e subjetivação.

Os processos de objetivação são os processos que promovem o encontro com saberes culturais. A TO busca propiciar as condições para que nesses encontros os alunos se posicionem criticamente frente a esses saberes. Sendo assim, os processos

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

de objetivação na TO aparecem como *"processos ativos, corporificados, discursivos, simbólicos e materiais através dos quais os alunos se encontram, percebem e se familiarizam criticamente com os sistemas de pensamento, reflexão e ação constituídos histórica e culturalmente"* (RADFORD, 2018b, p. 76, tradução nossa).

Já os processos de subjetivação, são os processos que envolvem a transformação do ser, trata-se da materialização/criação de subjetividades, pois somos seres inacabados e em constante transformação. *"São os processos de criação incessante do sujeito, de criação contínua de um sujeito histórico e cultural singular (único)"* (RADFORD, 2018b, p. 76, tradução nossa).

A aprendizagem, para a TO, passa a ser definida por meio dos processos de objetivação e subjetivação, logo o foco está no encontro com os saberes e a transformação do ser. Os processos de objetivação e subjetivação acontecem simultaneamente e indissociavelmente durante a realização do labor conjunto e, para que os objetivos propostos sejam atingidos, artefatos e signos são utilizados como parte da atividade para realizar nesses processos. Portanto, explora-se a seguir o papel do artefato cultural na TO.

O papel do artefato na Teoria da Objetivação

Artefato cultural é um termo utilizado na TO, inspirado em outras concepções teóricas, principalmente nas ideias de Vygotsky (1981). Contudo, diferentemente das ideias desse autor, os artefatos na TO não são mediadores, mas fazem parte da atividade. Sendo assim, quando os indivíduos estão participando de uma atividade ou labor conjunto, os artefatos participam assim como os sujeitos, auxiliando na realização de tarefas.

Na TO os artefatos estão impregnados de uma inteligência histórica, que possibilita certas ações e impedem outras – por exemplo, com a caneta podemos escrever, mas não podemos cortar um tecido. Cada artefato tem certa funcionalidade potencial de utilização. Os artefatos são muito importantes, porque fazem parte da cultura material de uma sociedade em que gerações anteriores depositaram inteligência para fazer coisas e suprir certas necessidades culturais.

Assim, para que um indivíduo possa transformar a funcionalidade que um instrumento tem de produzir uma música, ele necessita aprender a usar tal instrumento, ou seja, para utilizar os artefatos de acordo com suas potencialidades, o professor necessita que os alunos os materializem, saibam utilizá-los. Entender essa utilização

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

não é algo tão simples, uma vez que os artefatos estão dotados de uma inteligência histórica e maneiras de agir, isto é, que o uso desses artefatos influencia o comportamento dos indivíduos. Por exemplo, os artefatos digitais educacionais, que tanto têm sido utilizados no contexto escolar, *"são portadores de uma inteligência histórica estruturada de maneiras sociais definidas. Essa estruturação faz com que as coisas apareçam e se comportem de maneiras culturais específicas"* (RADFORD, 2014, p. 414). Para exemplificar novamente, considera-se que medir o diâmetro de um fio de cabelo com uma régua (artefato conhecido pelos alunos) não seria possível, uma vez que a menor divisão da régua são os milímetros, então será preciso aprender a utilização de outro artefato, como o micrômetro ou paquímetro, que possibilitam essa medida.

Para que o encontro com essas formas de potencialidades historicamente constituídas aconteça, os professores devem proporcionar tarefa constituída de uma ou mais ações ou situações-problema, para a materialização dessas formas culturais de pensar e agir. Por exemplo, para o professor utilizar um software durante uma atividade de ensino-aprendizagem, precisa pensar em uma tarefa que possibilite que os alunos atualizem a forma de utilização desse artefato, para que manipulem de maneira coerente, em função da proposta didática do professor (RADFORD, 2014). Sendo assim, na TO os artefatos não representam algo que faz a mediação na atividade (labor conjunto) dos alunos, eles **fazem parte** da atividade e, na ação, se tornam parte da "textura" do pensamento de alunos e professores (RADFORD, 2020).

A Tecnologia Assistiva como um Artefato Cultural

O termo Tecnologia Assistiva (TA) ainda é considerado novo, principalmente na área da educação, e, por isso, existem algumas divergências nas definições entre os educadores, terapeutas ocupacionais e outros especialistas. Conforme já esclarecido na introdução do artigo, utiliza-se aqui a definição aprovada pelo CAT, estabelecida em 14 de dezembro de 2007.

A TA promove aos seus usuários a autonomia para a realização de processos e de interações com o mundo e com outros seres humanos, ou seja, ajuda na comunicação e em relações sociais dos indivíduos. Nesse sentido, as tecnologias e os recursos utilizados para auxiliar as pessoas com deficiência são considerados artefatos que fazem parte das atividades cotidianas e escolares. Além disso, ajudam a minimizar as limitações e barreiras causadas pela deficiência, proporcionando oportunidades de aprendizagem e vida em sociedade.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

No âmbito educacional, os instrumentos identificados como TAs podem ser desde um artefato simples, como um lápis mais grosso para melhor apoio, até programas e equipamentos mais sofisticados, como computadores e dispositivos eletrônicos. Em contraposição às TAs, existem artefatos considerados de baixas tecnologias, cujas características são tecnologias elaboradas com baixos custos e normalmente com materiais disponíveis em casa ou na própria escola. As altas tecnologias são os artefatos tecnológicos que normalmente são muito sofisticados e de alto custo, como, por exemplo, cadeiras motorizadas, softwares controladores de ambientes etc.

Nas escolas públicas de Campo Grande as altas tecnologias praticamente não existem, e é o professor que contribui para que o atendimento aos deficientes aconteça, porque muitos materiais que estão nas SRMs são de baixa tecnologia, produzida pelos próprios docentes.

Como e quando a tecnologia pode ser considerada assistiva no contexto educacional?

> Quando ela é utilizada por um aluno com deficiência e tem por objetivo romper barreiras sensoriais, motoras ou cognitivas que limitam/impedem seu acesso às informações ou limitam/impedem o registro e expressão sobre os conhecimentos adquiridos por ele; quando favorecem seu acesso e participação ativa e autônoma em projetos pedagógicos; quando possibilitam a manipulação de objetos de estudos; quando percebemos que sem este recurso tecnológico a participação ativa do aluno no desafio de aprendizagem seria restrito ou inexistente (BERSCH, 2013, p. 3).

Como apresentado anteriormente, os artefatos são recursos utilizados na atividade humana para auxiliar na resolução de problemas. No caso dessa pesquisa, as TAs são artefatos que carregam em si uma cultura e uma história. Para os alunos com deficiência são necessárias para que a atividade se efetive, uma vez que, em alguns casos, os alunos só conseguem desenvolver a tarefa com o auxílio das TAs.

Nesses casos, a TA carrega aspectos adquiridos no próprio contexto de utilização ou do próprio usuário. Por exemplo, um aluno ao utilizar um leitor de tela, configura o software que converte um texto em voz de acordo com suas preferências (feminina ou masculina), entonação e velocidade. Já um engrossador de lápis precisa se adequar ao tamanho da mão do usuário. Há também TAs que não são adaptados especificamente ao usuário, e que são elaborados e vendidos em grande escala. Esse tipo de TA é proposto como um instrumento coletivo para suprir a necessidade de um grupo com algum tipo de deficiência como, por exemplo, a reglete, que é usada para a escrita manual do Braille por pessoas cegas ou que o utilizam como forma de escrita.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

A seguir são apresentadas duas situações em que foi realizada uma tarefa com duas alunas com baixa visão, com uso de TAs. A tarefa foi realizada com o objetivo de identificar as necessidades dessas alunas no contexto escolar e analisar de que maneira as TAs utilizadas (lupas, áudio texto e tablet) poderiam auxiliá-las ou não na realização das tarefas que foram propostas.

Exemplos de utilização de tecnologias assistivas

Para a realização da tarefa com as alunas, primeiramente foi levantada a necessidade de cada aluna e as TAs que potencialmente poderiam auxiliá-las na resolução de problemas. A partir de investigação, percebeu-se que as alunas com baixa visão possuíam cadernos com pauta ampliada, o livro didático ampliado e lupas no formato de régua, disponibilizados pela Secretaria de Educação em parceria com o Instituto de Cegos da cidade de Campo Grande-MS.

Alunas participantes

As alunas participantes foram identificadas por A_1 e A_2. A aluna A_1 estava no 4º ano do ensino fundamental e tinha 11 anos de idade. Sua baixa visão é resultado de uma maculopatia (doença degenerativa da mácula, área posterior à retina com um papel importante para a visão central). Na sala de aula regular ela não utiliza lupa e nem instrumentos para a ampliação de letra, porque seus livros são adaptados com fonte 20 para ser confortável para a leitura. Além disso, o caderno que utiliza também possui pauta adaptada para a escrita.

A aluna A_2 estava no 7º ano e tinha 15 anos. Sua perda de visão é desconhecida por ela e pela professora, mas ambas afirmam que é possível uma correção cirúrgica. Ao ser entrevistada, A_2 explicou que há momentos em que perde a visão totalmente por alguns segundos: “têm dias que meu olho não amanhece bom, ele fica preto e apaga tudo. Daí tenho que ficar parada e esperar voltar aos poucos” (fala da aluna A_2). Na sala de aula regular existe uma lupa em formato de régua que às vezes utiliza. Essa aluna também tem uma deficiência intelectual leve, e por causa dessa deficiência, possui uma professora de apoio na sala de aula regular. Seus livros normalmente são adaptados com fonte tamanho 22, além disso o caderno também possui pauta ampliada.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Como utiliza-se aqui uma teoria aportada teórico-metodologicamente no materialismo histórico e dialético, consideramos coerente a utilização de um dispositivo de análise que leve em consideração o contexto em que as interações acontecem. É utilizado então um dispositivo analítico que adaptou três propostas existentes, de Veneu (2012), Radford (2015) e Piccinini e Martins (2004). Sendo assim, a tarefa foi planejada de acordo com os pressupostos da TO e analisada utilizando o dispositivo de Camilotti, Plaça e Gobara (2019).

Na sequência são apresentados dois episódios relevantes, em que foram utilizadas algumas TAs (lupas, tablet, áudio texto, linha Braille e reglete) com as alunas para a realização de uma tarefa com a temática 'Terra e Universo'. Será analisado especificamente o problema 2, como segue.

Descrição do problema 2

No problema 2 as alunas deveriam responder questões sobre a Terra e o Sol. Elas receberam um tablet com dois áudios-texto, um sobre o Sol e outro sobre a Terra. Para responder as 5 (cinco) questões, as alunas com baixa visão (A_1 e A_2) receberam uma folha com as perguntas impressas com letras ampliadas, lupas, luminárias e folhas com pautas ampliadas. No presente artigo analisa-se apenas um recorte com a questão 2.1.

Figura 1: Artefatos disponíveis às alunas com baixa visão para a utilização durante a realização da situação problema (lupas, luminárias e tablet)



1 – Lupa de Mesa (aumento 2x) com Haste Flexível e Iluminação LED;
2 – Lupa de Página Inteira (aumento l,5x);
3 – Lupa em Régua (aumento 2,5x);
4 – Lupa (aumento 4x) com Suporte Iluminador LED;
5 – Lupa Portátil de Bolso (aumento 3x);
6 – Tablet.

Fonte: Autores, 2020.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

As alunas A_1 e A_2 trabalharam conjuntamente com a professora investigadora (I_1). Em conjunto elas deveriam responder as cinco questões propostas. A elaboração do áudio-texto contou primeiramente com a escrita e depois com a transformação em áudio, com uso de um scanner que transforma texto em voz.

Interação com as alunas com baixa visão

Criar condições para o surgimento de formas de cooperação humana na sala de aula é uma das preocupações da TO. Decidiu-se, portanto, para que as alunas realizassem o problema 2, utilizar um tablet adaptado (com ampliador de tela e alto contraste) com um áudio texto. Esse problema foi proposto para identificar como essas alunas se comportariam diante de um exercício em que precisariam ouvir um áudio para responder por escrito 5 (cinco) questões nas folhas de resposta. Isso porque em uma situação de sala de aula necessitariam ler os textos o tempo todo, ou alguém (colega) auxiliaria lendo para elas.

Essas questões foram planejadas para que as alunas discutissem conjuntamente as respostas para depois respondê-las. Algumas respostas poderiam ser dadas escutando apenas o áudio, já outras deveriam ser discutidas. As interações durante as discussões no labor conjunto possibilitaram identificar se as alunas haviam entendido o conteúdo do áudio, assim como o objetivo do problema, e foi por meio das análises das discussões das alunas, transcritas no episódio relevante 1, que foram identificados os indícios da materialização do saber.

Passou-se a analisar o episódio relevante 1 (quadro 1), que apresenta as interações que aconteceram no início da realização do problema 2, no qual as alunas deveriam utilizar o tablet, um para a dupla, para escutar o áudio-texto e responder as questões propostas.

Inicialmente A_1 queria utilizar o tablet e responder as questões sozinha, no entanto A_1 e A_2 acabaram criando estratégias para resolver as questões, como, por exemplo, uma divisão de trabalho em que ambas utilizariam os artefatos disponíveis e trabalhariam conjuntamente, com o objetivo de resolver a situação-problema proposta. Além disso, sempre que necessário, elas pediam ajuda para a professora.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Quadro 1: Transcrição do episódio relevante 1

Número do enunciado	Transcrição do episódio relevante 1	Comentários interpretativos
01	A_1: Nós duas temos que ler e responder e nós duas temos que usar o tablet. Quer começar?	Aqui a professora já tinha conversado com as alunas e explicados que precisariam trabalhar conjuntamente.
02	A_2: Tanto faz. Posso ler a próxima. Temos que trabalhar juntas.	A estudante reconhece explicitamente a necessidade de cooperação com os outros na realização da tarefa.
03	A_1: Tá.	
04	A_2: Professora, a senhora ajuda a gente a usar o tablet?	
05	I_1: Claro meninas. 	Antes de iniciar a realização da tarefa, a professora mostrou para as duas alunas os comandos necessários para a utilização do tablet, para que elas pudessem realizar a atividade.

Fonte: os autores - Adaptado de RADFORD, 2015, p.561.

Percebemos nesse pequeno episódio que a aluna A_1 se posicionou inicialmente para organizar a divisão de trabalho na realização da tarefa, pois foi disponibilizado apenas um tablet e uma folha para que realizassem a tarefa juntas. No enunciado 2, a aluna A_2, consciente de que precisariam trabalhar em conjunto, aceitou a ideia. Nessa divisão de trabalho todas tiveram algum papel para que a tarefa fosse realizada. Pode-se identificar essa divisão de trabalho no quadro 2.

Inicialmente, as alunas pediram ajuda para a utilização do tablet, artefato que conheciam, mas que ainda não tinham utilizado no contexto escolar. Elas estavam acostumadas com celulares e tablets menores, isso ajudou na utilização do tablet que foi disponibilizado. Nessa situação, o tablet foi essencial para a solução da situação-problema proposta, uma vez que a explicação para que conseguissem responder as questões estava nos áudios-texto. Com a ajuda da professora I_1 as alunas conseguiram utilizar o tablet sem dificuldades, pois foi adaptado com contraste máximo e letras maiores, para que pudessem enxergar.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Quadro 2: Transcrição do episódio relevante 2

Número do enunciado	Transcrição do episódio relevante 2	Comentários interpretativos
01	A_1: Eu vou usar o tablet então, e você lê e responde a primeira pergunta.	A_1 toma a iniciativa e propõe uma divisão de trabalho.
02	A_2: Tá bom. Pode pôr o som, a gente ouve tudo primeiro.	
03	A_1: Tá. (Observação: O primeiro áudio sobre o Sol levava 58 segundos)	Enquanto as alunas escutavam o áudio, ficaram o tempo todo paradas e concentradas.
04	A_1: O que é o Sol?	
05	A_2: Ei, me dá aqui, é a minha vez.	A aluna A_2 pega a folha da colega e começa a leitura.
06	A_2: Após a leitura, descreva o que é o Sol.	A aluna A_2 lê com dificuldade, enquanto a aluna A_1 se mostra impaciente.
07	A_1: Vamos escutar de novo.	A aluna A_1 coloca o áudio novamente e pausa quando elas escutam a resposta procurada.
08	A_2: Aí!!!!! Acho que entendi. O Sol é uma estrela, porque possui luz própria. Ele é importante, por isso importante pra nós. Ele faz as plantas crescerem também.	
09	A_1: Escreve então.	
10		A aluna A_2 escreve a resposta na folha de papel.

Fonte: os autores - Adaptado de RADFORD, 2015, p.561.

No episódio relevante 2, é preciso destacar duas situações. A primeira está no enunciado 4, em que a aluna A_1 pergunta: "O que é o Sol?". Inicialmente, elas combinaram que a aluna A_2 leria a primeira pergunta e responderia. Porém, a aluna A_1, que estava com a folha, iniciou a leitura. Quando a aluna A_2 percebeu que a colega já estava iniciando a leitura, ela se manifestou dizendo: "Ei, me dá aqui, é a minha vez".

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

É possível identificar nessa situação um processo de subjetivação: as alunas se posicionam na prática científica por meio de uma organização, uma divisão de trabalho na qual as duas tivessem ações que se intercalavam (um momento uma escreve e a outra manipula o tablet, e em outro momento as ações foram trocadas). Quando uma das alunas se sentiu prejudicada dentro do processo, não hesitou em dizer que era a sua vez de expressar-se como participante da situação, pois o combinado era que cada uma teria uma função em determinado momento. As responsabilidades foram divididas para que o trabalho fosse conjunto. Apareceram então as características da ética comunitária que a TO tenta fomentar em sala de aula. A aluna A_1 teve que se adaptar, em um movimento ético inclusivo, com A_2, evidenciando momentos que sugeriram mudanças na atuação de ambas como pessoas que vivem em uma comunidade e que se apoiam mutuamente, para responder os problemas que lhes foram apresentados.

A segunda situação é o enunciado 8, em que a aluna A_2 entende o conteúdo reproduzido pelo áudio e mostra um processo de objetivação, ou seja, o encontro com saberes científicos culturais. A aluna A_2 disse: "Aí. Acho que entendi. O Sol é uma estrela, porque possui luz própria. Ele é importante por isso, importante pra nós. Ele faz as plantas crescerem também". A aluna repetiu uma parte do que foi reproduzido no áudio, porém complementou sua fala (Ele é importante por isso, importante pra nós. Ele faz as plantas crescerem também). Como nesse caso a resposta era apenas para descrever o que é o Sol, o que ela acrescentou foram informações além do que havia sido solicitado. No enunciado 09, a aluna A_1 participa desse processo de objetivação animando sua companheira a escrever o que ela disse.

Destaca-se esse enunciado porque, quando comparado com o que a aluna A_2 escreveu, encontra-se uma diferença significativa, pois verbalizou uma resposta e escreveu apenas uma parte do que ela falou. O quadro 3 apresenta os diferentes modos semióticos dessa interação.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Quadro 3: Registro dos meios semióticos adaptado das ideias de Piccinini e Martins (2004)

Momento da interação	Participante	Modo Semiótico	Contexto
		Verbal/Visual	
Episódio 5, enunciado 8.	A_2	Modo Verbal O Sol é uma estrela, porque possui luz própria. Ele é importante por isso, importante pra nós. Ele faz as plantas crescerem também. Modo Visual 	Realização do problema 2. Após escutar o áudio, a aluna expõe sua resposta verbalmente e depois escreve no papel.

Fonte: os autores - Adaptado de PICCININI e MARTINS, 2004, p.28.

Identificou-se que A_2 tem dificuldades na leitura e na escrita, observadas durante a realização do problema quando precisou fazer as leituras. Ela lia devagar e demorava para reconhecer algumas palavras e, quando escrevia, tentava sintetizar o conteúdo para escrever menos. A resposta escrita foi mantida, porque esta é a forma majoritariamente usada nas tarefas e avaliações nas escolas. Destaca-se que essa aluna era do 7º ano e tem uma deficiência intelectual leve, além de baixa visão.

Esses resultados são relevantes, porque possibilitam uma reflexão sobre a maneira como essa aluna está sendo assistida em seu contexto escolar e em sua aprendizagem. Para o atendimento a ela, o recurso mais utilizado era um caderno com pauta ampliada e, em algumas vezes, uma lupa para auxiliar na leitura do livro ou das folhas de tarefa. O espaço da sala de aula não era adequado para a aluna, pois não conseguia enxergar o quadro, por isso não forçava muito a visão. Nesses momentos, ela precisava pedir ajuda a um colega para auxiliá-la a copiar no caderno. Além disso, os desenhos e a escrita feitos pelos professores no quadro e o livro didático também não eram adaptados às alunas com baixa visão e, em geral, as tarefas e as avaliações eram realizadas na forma escrita.

No caso da A_2 ainda existia a questão de que não queria utilizar a lupa em sala de aula com seus colegas, porque chamava muito a atenção e ela se sentia envergonhada e diferente dos demais, já que este artefato a identificava como uma pessoa com deficiência. Por isso, utilizava esse recurso somente em algumas situações. Em função dessas dificuldades, a aluna não conseguia acompanhar o ritmo dos outros alunos durante a aula. É nesse sentido que se faz necessário repensar a forma como

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

esse atendimento está sendo dispensado a ela e aos demais alunos com deficiência, a fim de proporcionar meios e recursos adaptados e melhores para que ela possa posicionar-se, ter voz, ser ouvida, ser mais ativa e participativa em sala de aula.

Considerando os problemas acima apontados e que as tarefas do tipo questões ou problemas e as avaliações são realizadas na forma escrita, essa não é a melhor maneira de realizar a inclusão dessa aluna, dadas as dificuldades que apresenta. Existem alternativas que são indicadas para propor as mesmas situações usando outra metodologia que possa auxiliá-la e oferecer as mesmas oportunidades de aprendizagem juntos com os demais alunos. São metodologias que que ressaltam a importância da aprendizagem coletiva e que colocam em evidência o papel dos artefatos que podem de fato incluí-la no processo de aprendizagem. A escolha de TAs que auxiliem a aluna no processo de escrita e leitura é uma alternativa, assim como a utilização do tablet ou notebook, já que são recursos que ambas as alunas demonstraram facilidade na utilização e que acabaram auxiliando durante a realização da tarefa proposta.

Há outro aspecto relevante observado durante as interações no trabalho conjunto de A_1 e A_2, que se refere à natureza sensível, sensorial e material dos processos de objetivação explicados na primeira parte deste artigo. Existe, de fato, articulação do modo verbal com o modo gestual, apresentada pela aluna A_1, que nesse episódio demonstrou impaciência enquanto a colega fazia a leitura da questão.

Quadro 4: Registro dos meios semióticos adaptados das ideias de Piccinini e Martins (2004)

Momento da interação	Participante	Modo Semiótico	Contexto
		Gestual	
Episódio 5, enunciado 8.	A_1	 A aluna A_1 movimentava a mão, com movimentos para frente, como se pedisse para acelerar o processo.	Realização do problema 2. Enquanto a aluna A_2 lia o exercício, a aluna A_1 movimentava a mão para frente, para que a aluna A_2 lesse mais rápido.

Fonte: os autores - Adaptado de PICCININI e MARTINS, 2004, p.28.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Por meio de gestos, ações, palavras e artefatos é que se pode observar que essas alunas embarcaram em um processo de objetivação de saberes científicos, mas também é possível identificar de que maneira vão se transformando ao longo do processo. No quadro 4 é possível verificar que a aluna A_1 quer apressar a sua colega na resolução da questão 2.1 e não respeita o tempo da A_2. A professora acabou interferindo, para que isso não desmotivasse a aluna A_2. No início A_1 demonstrou não ter paciência, queria ler e responder as questões sozinha, devido à dificuldade apresentada pela aluna A_2 na escrita e na leitura, porém, conforme foram interagindo e trabalhando juntas, ela começou a entender, aceitar a situação e ajudar sempre que possível. Nesse processo de subjetivação, vê-se "a importância que adquire o professor" ao disponibilizar às alunas outras formas de alteridade (nesse caso, formas de cuidar do outro). Foi também possível observar uma mudança gradativa de A_1, sugerindo uma transformação em sua forma de agir, decorrente do trabalho conjunto com sua colega.

O problema 2 permitiu que as alunas se aproximassem e se conhecessem melhor, pois foi nessa situação que ambas demonstraram suas dificuldades e, conforme foram interagindo, alunas e professora buscaram formas para que superassem o comportamento individualista, que é muito comum no contexto de sala de aula. Além disso, as alunas tiveram momentos de fala e escuta, como, por exemplo, quando A_2 se posicionou, porque elas tinham feito um combinado de que a leitura das questões seria realizada de forma compartilhada. Mas A_1 acabou não respeitando o acordo, dando a oportunidade de A_2 se manifestar e ser ouvida, passando assim a ocupar um espaço na interação. Nesse sentido, começaram a agir dentro de uma ética comunitária, em que cada uma passou a se importar com a outra, tornando-se responsável em colaborar para que ambas aprendessem. Trazendo isso para a realidade do aluno com deficiência dentro de uma sala de aula regular, essa prática da interação entre os alunos com deficiência e os outros colegas de sala de aula, por meio do labor conjunto, pode contribuir para que todos aprendam de forma coletiva e colaborar nesse processo de inclusão.

Sobre o uso das TAs, a aluna A_1 não utilizou nenhum dos artefatos disponíveis, inclusive afirmou que estava enxergando perfeitamente. Já a aluna A_2, em alguns momentos de desconforto com o tamanho da letra (que propositalmente foi colocada menor que o tamanho confortável para elas) utilizou a lupa para a leitura. Nas respostas apresentadas foi percebido que a aluna A_1 escreve pequeno e, de acordo com a professora que a acompanha nos atendimentos na sala de recursos, ela não

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

aceita a sua deficiência e quer escrever com a letra do mesmo tamanho que as colegas, mesmo com o caderno com a pauta ampliada.

Já a aluna A_2 aceita melhor sua deficiência e até utiliza recursos quando necessário. A letra dela é maior e ocupa o espaço na linha do caderno de pauta ampliada, como se espera de um aluno com baixa visão que necessita de adaptação. Essas manifestações do eu, de sua posição social, fazem parte dos processos de subjetivação. As mudanças na forma da percepção delas mesmas, como pessoas com deficiência, é parte do processo de subjetivação identificado no labor conjunto, ou seja, a aceitação e a utilização das TAs fazem parte desse processo. Os professores têm um papel muito importante a desempenhar, tornando acessíveis outras maneiras de as alunas verem a si mesmas.

Do ponto de vista das TAs, o tablet foi uma alternativa, pois, por um lado, ajudou as alunas a se posicionarem de outra maneira e, do ponto de vista tecnológico, auxiliou na dificuldade que A_2 tem na escrita, pelo fato de que ela escreve devagar e com dificuldade, o que faz com que suprima informações de suas respostas escritas. Além disso, esse artefato pode ser utilizado em outras situações convenientes, como, por exemplo, para leitura, acesso ao conteúdo que seria escrito no quadro e até mesmo para visualização de imagens que não estão adequadas nos livros.

Sendo assim, o tablet, enquanto artefato cultural, se converte em um elemento importante do processo de subjetivação, uma vez que auxilia as alunas, minimiza algumas dificuldades e as tornam parte da sala de aula, pois não é um recurso exclusivo para um aluno com deficiência. Ao utilizarem o tablet não se tornam diferentes dos outros colegas. A compreensão de sua condição como pessoas com deficiência faz parte do processo de subjetivação, e esse é um momento importante para que essa condição possa ser superada por meio de práticas inclusivas e com o uso dos artefatos adequados, tais como tablets e notebooks adaptados com contraste, ampliadores de tela, áudio book e até mesmo materiais ampliados e com tamanhos e contrastes confortáveis para a leitura.

A interação entre A_1 e A_2 apresenta evidências de que as alunas começaram a se respeitar e trabalhar em conjunto em prol da resolução da tarefa, uma vez que passaram a se posicionar com preocupação e solidariedade uma com a outra. Em relação à aluna A_1, percebe-se que seria necessário trabalhar a questão da aceitação da deficiência, já que o caso dela não é reversível e ainda pode ter mais perda da visão. Ela tem um problema congênito e precisa aprender a conviver com a perda

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

visual, pois, quanto antes se aceitar, melhor será a adaptação para o uso, em particular, das TAs e a adaptação ao seu contexto extra verbal. A_1 se sente diferente dos outros colegas de sala de aula, pois tem que utilizar uma lupa ou um livro ampliado.

Situações dessa natureza são complexas e muitas vezes extrapolam a atividade a ser realizada em sala de aula. Mas, mesmo nesse caso, acredita-se que a TA pode auxiliar nesse processo, porque durante a resolução do problema 2, A_1 passou a se aceitar como uma pessoa que necessita dos artefatos, uma vez que só conseguiu utilizar o tablet porque estava adaptado para que fosse confortável para ela. Ao utilizar o tablet como um artefato cultural tecnológico para auxiliar na realização da tarefa, se sentiu à vontade e com certa familiaridade, além de demonstrar em outros momentos que gostaria de ter um tablet para utilizar em sala de aula. Conforme Radford (2014), ao falar das tecnologias, elas não apenas expandem as potencialidades, mas transformam as potencialidades e a maneira pelas quais algo pode ser conhecido.

É nesse sentido que as tecnologias auxiliam o encontro com o saber científico e possibilitam a participação ativa dos alunos durante o desenvolvimento de tarefas, e é por meio do trabalho conjunto que os alunos vão tomando consciência das formas científicas e dos argumentos científicos. A inclusão é oportunizar aos alunos deficientes a igualdade de possibilidades e oportunidades para aprender e conviver, independentemente das diferenças sociais, culturais e pessoais. Verificou-se que, com o uso das TAs adequadas para as alunas com baixa visão, como apresentado anteriormente, foi possível provocar mudanças na forma que passaram a agir e operar transformações na forma de solucionar o problema proposto, mediado pela atividade (labor conjunto).

Acredita-se que se elas tiverem a oportunidade de continuar utilizando essas TAs no contexto escolar, estes artefatos, além de expandir suas potencialidades, podem transformar as formas pelas quais ocorrerão o encontro consciente com os saberes culturais com os quais se depararão ao longo da vida escolar e no convívio social.

Mas não basta apenas disponibilizar as TAs. É necessário pensar no desenvolvimento dos conteúdos a partir do projeto didático do professor e do planejamento de uma atividade de ensino e aprendizagem (AEA) baseada em situações concretas, que façam sentido e que sejam adequadas aos alunos com deficiência. Pensa-se também que cabe ao professor, estabelecer o conteúdo adequado a esses alunos, de acordo com o seu nível de escolaridade.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Nesse sentido, o uso das TAs não restringe os saberes (conteúdo) a serem aprendidos. Os tablets e outras TAs podem ser grandes aliadas no processo de ensino-aprendizagem dos alunos com deficiência, quando utilizadas adequadamente, uma vez que fazem parte da realização da tarefa atividade. Sem elas algumas ações não poderiam se efetivadas, já que os artefatos possuem potencialidades que só serão colocadas em movimento ou em uma ação concreta se estiverem em uma atividade que proporcione isso (RADFORD, 2017a). Além de oferecer certa autonomia na realização das ações diárias, sem esses recursos alguns alunos não conseguiriam resolvê-los. Assim, é preciso fazer um levantamento para escolher as TAs mais adequadas em função das necessidades do aluno, e planejar a forma como podem ser utilizadas na realização da tarefa por meio do trabalho conjunto.

Considerações finais

A articulação da TO com a utilização das TAs trouxe algumas reflexões necessárias sobre o processo ensino-aprendizagem dos alunos com deficiência. Sendo assim, objetivou-se investigar como as TAs podem auxiliar alunos com deficiência no processo de aprendizagem em contexto escolar. O contexto da investigação se situa na área das ciências e, em particular, no encontro de saberes culturais a respeito do fenômeno da alternância do dia e da noite. Do ponto de vista da TO, o problema da aprendizagem é colocado como um encontro dos alunos com esses saberes culturais, que é concretizado pelos processos de objetivação e de subjetivação. A partir da resolução de problemas relacionados com essa temática científica, buscou-se compreender de que maneira as alunas com baixa visão, ao utilizarem TAs, foram tomando consciência dos saberes científicos enquanto se posicionavam durante as interações.

A utilização das TAs, durante a realização do problema aparece, inicialmente, como uma alternativa para atender às necessidades das alunas. Sendo assim, durante o trabalho conjunto as TAs fizeram parte do processo, para que pudessem se expressar durante as práticas científicas. Dessa maneira, as formas de ações das alunas foram auxiliadas pelas TAs. Entretanto, durante as interações foi possível identificar que esses artefatos também auxiliaram na transformação de suas subjetividades, visto que novas maneiras de agir socialmente e eticamente foram identificadas.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Dessa forma, as tecnologias deixam de ter apenas uma dimensão técnica na resolução da tarefa proposta e aparecem como ferramentas que auxiliam também na transformação do ser. Além disso, exercem uma função fundamental para os processos de subjetivação, ao proporcionarem oportunidades para que os alunos com deficiência se sintam incluídos no processo educacional, para que se tornem ativos, tenham voz e sejam ouvidos. As TAs tornaram as ações possíveis, como, por exemplo, proporcionaram às alunas o acesso a conteúdos que receberiam via livro, que não estavam adaptados para elas (não ampliados), otimizando as potencialidades desses artefatos ao dar oportunidades que os outros alunos recebem em sala de aula, seja pelo professor escrevendo no quadro ou no próprio livro didático. A utilização das TAs, durante a intervenção proporcionou às alunas uma leitura sem forçar a visão, já que os recursos estavam adequados às suas necessidades, fazendo com que tivessem mais qualidade em suas ações em sala de aula e no estudo.

Como observado nas análises, as alunas sofreram transformações durante a intervenção, manifestadas por A_1 que passou a ter paciência e a entender a dificuldade de A_2, além da aceitação de A_1 em utilizar alguns dos recursos. Essas mudanças foram ocasionadas porque as alunas passaram a participar de práticas sociais e coletivas proporcionadas pelo labor conjunto.

Outro ponto de destaque, é que as novas TAs estão cada vez mais anatômicas e adequadas a cada usuário. O que antes era robusto e chamavam a atenção, como, por exemplo, uma máquina para escrita em Braile, atualmente tem se tornado pequenas e discretas. No contexto educacional essas são características importantes, uma vez que ao utilizar determinada TA os alunos não se sentirão diferentes dos outros colegas, como evidenciado no caso das alunas com baixa visão, em que foi possível perceber que uma delas não aceitava sua deficiência e a outra tinha muita dificuldade com a escrita. Em ambos os casos, a TA foi uma aliada para minimizar as dificuldades causadas pela deficiência. Além disso, foi possível identificar que, com o trabalho conjunto, as alunas tornaram-se mais solidárias umas com as outras, principalmente em suas ações para a utilização dos artefatos disponibilizados para a resolução do problema.

Acredita-se que, ao designar as TAs para os alunos deficientes, é preciso considerar a particularidade do contexto escolar e a necessidade do aluno. Sendo assim, é necessário que os alunos sejam ouvidos, pois são os maiores interessados, já que para

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

eles as TAs são os artefatos tecnológicos que de fato auxiliam no dia a dia escolar e fora da escola. Nesse caso, é importante o acompanhamento de um profissional para auxiliar nesse processo, que é complexo, uma vez que exige conhecimento das novas TAs que estão sendo desenvolvidas, da especificidade da deficiência, das facilidades e potencialidades do usuário em particular, da condição socioeconômica e do contexto de utilização, entre outros. Porém, essas práticas ainda são inacessíveis para muitos estudantes, uma vez que muitas famílias não possuem condições e as escolas públicas não têm esses atendimentos.

Os resultados obtidos com o uso das TAs evidenciam que os aspectos históricos e culturais dos sujeitos e artefatos são fundamentais e não podem ser ignorados, portanto é preciso conhecer esse público, investigar a necessidade e trabalhar de forma conjunta, ombro a ombro com eles. E que as TAs, além de exercerem um papel auxiliar técnico como artefato cultural tecnológico, também auxiliam na promoção de novas subjetividades, porque contribuem para minimizar as diferenças entre os alunos, ao possibilitarem a interação com os outros colegas de sala de aula, a cooperação entre eles, o reconhecimento da deficiência de alguns e, principalmente, a preocupação com o próximo.

Assistive technology as a technological cultural artifact for learning students with low vision

Abstract

This article presents an excerpt from a research in which one of the objectives was to investigate how Assistive Technologies (ATs) can assist students with disabilities in the learning process in school contexts. Using the Theory of Objectification as a theoretical and methodological contribution, a task was developed and planned for blind students with low vision on the theme day and night. The analyzes were focused on the interactions of two students with low vision, from elementary school, in order to understand how the ATs can assist them in becoming aware of the scientific knowledge constituted historically and culturally at the same time in the establishment as solidary individuals, inclusive and critical. The results obtained show evidence that ATs, although they have often been reduced to their purely technical dimension as a mere cognitive aid, they also play an important role in the processes by which students position themselves socially in scientific practice.

Keywords: Special education. Theory of objectification. Cultural artifacts. Subjectivity.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Notas

[1] Ao longo do texto será utilizada a sigla TO para referência à Teoria da Objetivação.

[2] Termo que significa transformar-se.

Referências

BERSCH, Rita. **Recursos Pedagógicos Acessíveis: Tecnologia Assistiva (TA) e Processo de Avaliação nas escolas**. Porto Alegre: CEDI, 2013. Disponível em: < http://www.assistiva.com.br/Recursos_Ped_Acessiveis_Avaliacao_ABR2013.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2019.

BRASIL. **Decreto n. 6.571, de 18 de setembro de 2008.** Dispõe sobre o atendimento educacional especializado. Brasília. Diário Oficial de 18 de setembro de 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília: MEC/SECADI, 2008.

BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. **Tecnologia Assistiva**. Brasília: CORDE, 2009. 138 p.

CAMILOTTI, Dirce Cristiane; PLAÇA, Jaqueline Santos Vargas e GOBARA, Shirley Takeco. Análises das Interações em Contextos de Ensino e Aprendizagem: Um Dispositivo Analítico baseado na Teoria Da Objetivação. **In: Anais do V Congresso de Educação**, Dourados - Mato Grosso do Sul, Brasil, 2019.

ISO 9999. **Produtos de apoio às pessoas com deficiência: classificação e terminologia.** 2007. Disponível em: <http://www.ifap.ru/ictdis/iso001.pdf > Acesso em: 12 dez. 2019.

MOREIRA, Camila. **Marcos históricos e legais da Educação Especial no Brasil**. 2013. Disponível em: <http://cmoreira2.jusbrasil.com.br/artigos/111821610/marcos-historicos-e-legais-da-educacao-especial-no-brasil>. Acesso em: 17 ago. 2019.

PICCININI, Cláudia e MARTINS, Isabel. Comunicação multimodal na sala de aula de ciências: construindo sentidos com palavras e gestos. **Ensaio: pesquisa em ensino de ciências**, Belo Horizonte, v.6, n.1, p.1-14, 2004.

PLAÇA, Jaqueline Santos Vargas; GOBARA, Shirley Takeco. Situação das salas de recursos multifuncionais no município de Campo Grande após dez anos do programa de implantação. In: **XIV Jornada de Educação Especial e II Congresso Internacional de Educação Especial e Inclusiva**, Universidade Estadual de São Paulo/Marília, 2018.

RADFORD, Luis. A cultural-historical approach to teaching and learning: The theory of objectification. In: **Proceedings of the 8th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education**, Taipei-Taiwan, v. 1, p. 137-147, 2018a.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

RADFORD, Luis. Algunos desafíos encontrados en la elaboración de la teoría de la objetivación. **PNA (Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática)**, Granada - España, v.12, nº2, p. 61-80, jan., 2018b.

RADFORD, Luis. Methodological Aspects of the Theory of Objectification. **Perspectivas da Educação Matemática**, Campo Grande – MS, v. 8, nº18, 547-567, dez., 2015.

RADFORD, Luis. On alienation in the mathematics classroom. International Journal of Educational Research, v.79, p. 258-266, 2016.

RADFORD, Luis. On the role of representations and artefacts in knowing and learning**. Educational Studies in Mathematics,** Springer (online), v.85, p.405–422, dez., 2014.

RADFORD, Luis. Saber y conocimiento desde la perspectiva de la Teoría de la Objetivación. In: D'AMORE, Bruno., & RADFORD, Luis. **Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: problemas semióticos, epistemológicos y prácticos. 1ª Ed.** Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017a.

RADFORD, Luis. Saber, aprendizaje y subjetivación en la Teoría de la Objetivación**.** In: Iran Abreu Mendes (Ed**.), Anais do 5 Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática** – 5º SIPEMAT, Belém, - Brasil, p. 1-22, jun., 2018c.

RADFORD, Luis. Un recorrido a través de la teoría de la objetivación. In: GOBARA, Shirley Takeco e RADFORD, Luis. **Teoría da Objetivação: Fundamentos e Aplicações para o Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática. 1ª Ed.** São Paulo: Livraria da Física, 2020.

VENEU, Aroaldo. **Perspectivas de professores de Física do ensino médio sobre as relações entre o ensino de Física e o mercado de trabalho: uma análise bakhtiniana**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2012. Dissertação (mestrado), Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. The instrumental method in psychology. In J. V. Wertsch (Ed.), **The Concept of Activity in Soviet Psychology**. Sharpe, p. 135-143, 1981.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. The Problem of the Cultural Development of the Child. **Journal of Genetic Psychology**, v.*36*, p. 415-434, 1929.

XIMENES, Flora. Auxiliadora, GOBARA, Shirley Takeco, e RADFORD, Luis. O estudo da temática piracema na perspectiva da teoria da objetivação. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 19, n. 1, p. 110-131, jan., 2020.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Aprender pela pesquisa centrada no aluno: um movimento para desenvolver os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais

Willian Patrick Oliveira da Silveira*, Everton Bedin**

Resumo

Este artigo objetiva apresentar uma relação significativa de ensino entre a metodologia ativa Dicumba e os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais no ensino de química. Esta pesquisa teórica de cunho interpretativo desenvolve-se em meio a três seções distintas e complementares, enfatizando a metodologia, os três conteúdos e a relação entre esses. Ao término, evidenciou-se que a Dicumba possibilita o desenvolvimento e a mobilização dos conteúdos de modo eficiente, despertando a curiosidade do aluno pela química a partir de seus próprios interesses, bem como que a aprendizagem plena ocorre mediante o desenvolvimento de três grupos de competências: saber, saber-fazer e saber-ser.

Palavras-chave: Dicumba. Conteúdos Atitudinais, Procedimentais e Conceituais. Aprender pela Pesquisa Centrada no Aluno.

* Graduando em Química pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Bolsista de Iniciação à Docência no Subprojeto PIBID. E-mail: patrickwillian36@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3071-5854

** Doutor em Educação em Ciências: química da vida e saúde pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: bedin.everton@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5636-0908

https://10.5335/rbecm.v5i1.12643
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
Recebido em 07/06/2021 – Aceito em: 26/11/2021
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

Este artigo objetiva apresentar uma relação teórica entre a metodologia ativa Dicumba – Desenvolvimento Cognitivo Universal-Bilateral da Aprendizagem – e os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais, enfatizando o desenvolvimento desses nos processos de ensino e aprendizagem em química. Trata-se de uma integração que busca apresentar possíveis relações entre a Dicumba e os conteúdos, de modo a potencializar e qualificar a formação do sujeito em um viés sociocientífico e sociocultural na Educação Básica. Afinal, acredita-se que a metodologia Dicumba, ao propiciar o Aprender pela Pesquisa Centrada no Aluno (APCA), é uma estratégia ativa de ensino que instiga o estudante a aprender os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais por meio da inter-relação desses com um tema de pesquisa, o qual emerge essencialmente da sua curiosidade e do seu interesse.

Neste linear, o presente texto divide-se em três seções distintas e complementares: Seção 1: A metodologia Dicumba e os Processos de Ensino e Aprendizagem em Química; Seção 2: Os Conteúdos Atitudinais, Procedimentais e Conceituais e a Aprendizagem em Química; e, Seção 3: Dicumba e os Conteúdos Atitudinais, Procedimentais e Conceituais: possíveis aproximações. Por fim, como resultado das relações teóricas e das complementações entre as três seções, buscando responder à questão: a incorporação dos conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais na metodologia Dicumba é rica o suficiente para direcionar a aprendizagem no ensino de química num viés de formação integral?, ajuízam-se algumas considerações a respeito da integração supracitada, apontando-se possíveis desdobramentos desta para a qualificação da formação cidadã e científica do aluno, bem como do professor da Educação Básica.

Neste viés, entende-se que este artigo parte de uma pesquisa teórica de cunho interpretativo. Isto é, trata-se de uma pesquisa “dedicada a reconstruir teoria, conceitos, idéias, ideologias, polêmicas, tendo em vista, em termos imediatos, aprimorar fundamentos teóricos" (DEMO, 2000, p. 20), enfatizando com rigorosidade o teor conceitual, o desempenho lógico e a habilidade explicativa à luz da criação de relação de intervenção. Ademais, a pesquisa apresenta um caráter interpretativo por derivar da personalidade dos autores, construindo-se uma ideia única, tanto quanto possível, a partir de suas histórias de vida sobre o objeto de estudo (FONSECA, 2002).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

A metodologia Dicumba e os Processos de Ensino e Aprendizagem em Química

Na busca de uma estratégia que familiarizasse a pesquisa como princípio educativo entre os discentes, e tornasse o estudo mais satisfatório por ser desenvolvido a partir do interesse e da curiosidade do aluno, desenvolve-se a metodologia Dicumba (Desenvolvimento Cognitivo Universal-Bilateral da Aprendizagem), a qual possui como mecanismo de qualificação o Aprender pela Pesquisa Centrada no Aluno (APCA) (BEDIN; DEL PINO, 2018a; 2020b). A metodologia Dicumba busca proporcionar ao aluno da Educação Básica, e quiçá da Educação Superior, autonomia, criatividade e discernimento para poder ser o produtor do seu próprio conhecimento, alocando ao professor os papeis de mediador e de potencializador desse processo. Aliando as vivências do educando aos tópicos, aos conceitos e aos conteúdos trabalhados no ensino de química, fomenta-se por meio da Dicumba o interesse do aluno pela pesquisa, e concita-o a pesquisar e a aprender relações da ciência química com os objetos de seu cotidiano, estimulando, assim, as suas capacidades cognitivas e intelectuais. Logo, acredita-se que as aptidões do aluno para e com o meio social, bem como o seu saber crítico e a sua capacidade de análise, são desenvolvidas automaticamente no ato da pesquisa, auxiliando-o, ainda, na convivência em sociedade e nas ações de pensar e aprender coletiva e individualmente.

A metodologia Dicumba é uma forma de proporcionar uma aprendizagem que possua o potencial não somente de conceder ao aluno o controle sobre a sua própria forma de aprender, mas de habilita-lo ao convívio em sociedade, buscando uma forma de inseri-lo em realidades distintas para aprimorar as suas capacidades de socialização. Afinal, a metodologia buscar deixar de lado a unilateralidade tradicional das práticas empregadas no ensino de química, para possibilitar um espaço a um ensino tridimensional, voltado a adjeção dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, proporcionando ao aluno uma imersão no conteúdo da ciência química e um aproveitamento maior no que concerne o aprender ciências. Nesta esfera, entende-se que trabalhar com a pesquisa como um princípio educativo para a compreensão científica é uma estratégia que possibilita, além da solidificação da relação professor-aluno, a significação de saberes científicos à luz do contexto sociocultural, visto que a Dicumba é "capaz de potencializar a aprendizagem do aluno a partir de temas relacionados ao seu interesse e vinculados a sua realidade

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

que, após a pesquisa macro, são ressignificados aos saberes científicos advindo da ação docente" (BEDIN; DEL PINO, 2019b, p. 1359-1360).

De outra forma, apesar de não haver um receituário para a aplicação da metodologia Dicumba, uma das formas mais específicas para o seu desenvolvimento, na visão de Bedin e Del Pino (2018a), ocorre da seguinte maneira: i) Apresentação: o professor expõe a metodologia à turma; ii) Escolha de temas: os alunos escolhem temas para pesquisar, cada um conforme a sua preferência e afinidade, sendo esses atrelados ou não à ciência química; iii) Discussão sobre os temas: há um diálogo com a turma acerca dos temas de pesquisa, onde é feita a análise de cada um; iv) Pesquisa Social: o professor fornece auxílio aos alunos sobre como pesquisar, e os discentes fazem uma pesquisa universal com enfoque em seus temas; v) Socialização: é realizado um debate com base nas apresentações das pesquisas feitas universalmente pelos alunos; vi) Pesquisa com enfoque científico: o professor correlaciona os temas emergentes na socialização com os conceitos e os conteúdos da ciência química, propondo aos alunos a realização de uma nova pesquisa, agora com enfoque científico; vii) Exposição: as pesquisas são socializadas, ocorrendo um debate científico para que, com o auxílio e com os complementos realizados pelo docente, conceitos sejam ressignificados; e, viii) Desenvolvimento do conteúdo: o professor desenvolve o conteúdo científico da ciência química em sala de aula a partir dos conceitos que vieram a tona nas pesquisas dos alunos.

Neste linear, a pesquisa passa a ser uma estratégia de ensino que possibilita ao professor o desenvolvimento dos conteúdos e dos conceitos da ciência química a partir dos elementos que emergem das pesquisas dos alunos. Este movimento é necessário para que os sujeitos sintam atração pelos saberes da ciência química, pois ao dialogar diretamente com os interesses deles o professor potencializa o desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem. Isto é, "dizer que um sujeito se interessa por um resultado ou por um objeto, significa que ele pode assimilá-lo ou que ele antecipa uma assimilação e dizer que tem necessidade de algo, significa que possui estruturas exigindo a sua utilização" (CHIAROTTINO, 1980, p. 98). Em corroboração, Bedin e Del Pino (2019b, p. 1360) afirmam que a Dicumba intensifica "a formação do sujeito a partir daquilo que lhe é interessante, aproximando-o da sala de aula, do ensinar, do aprender e do conteúdo científico radicado a sua vivência por meio da pesquisa de seu interesse e de sua curiosidade". Afinal, é importante

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

"instigar o educando a pensar, analisar e fazer, por meio de seus conhecimentos, mudanças dinâmicas no mundo atual" (BEDIN, 2015, p. 41).

Ademais, como destacado por Bedin (2015, p. 41), "os processos de ensino e aprendizagem se conectam em uma unidade dialética entre a instrução e a educação; ensinar e aprender". Ou seja, "entende-se que a relação entre os processos de ensinar e aprender tem uma estrutura e um funcionamento sistêmico, isto é, está composto por elementos estreitamente interrelacionados" (BEDIN, 2015, p. 41); logo, a Dicumba possibilita a conjugação entre os processos de ensinar e de aprender por meio do APCA, onde o aluno é colocado em uma situação em que deverá pesquisar, pensar criticamente e discutir, desenvolvendo mutualmente as suas capacidades cognitivas. As ações que o aluno desenvolve ao aprender por meio da pesquisa são significativas e ricas no sentido de potencializar o aprendizado do sujeito, pois, além de lhes possibilitar o ato de buscar informações, decodificar significados e construir conhecimentos, as ações de pensar e de discutir criticamente fazem com que o sujeito possa interferir na aprendizagem do outro e por ela seja interferido.

Afinal, em uma proposta em que o aluno participa ativamente ele "deixa de ser apenas um observador das aulas, muitas vezes expositivas, passando a exercer grande influência sobre ela: argumentando, pensando, agindo, interferindo, questionando, fazendo parte da construção de seu conhecimento" (CARVALHO; LIMA, 1999, p. 47). Neste sentido, Demo (2009) afirma que a pesquisa possibilita ao sujeito a construção de uma identidade autônoma e ativa, quando ele se encontra em um processo contínuo de autoconstrução e de reconstrução. Rangel, Bedin e Del Pino (2019, p. 2), em corroboração, afirmam que a utilização da "pesquisa no ensino de química é uma excelente forma de potencializar o processo de ensinagem nas escolas públicas, pois esta ciência, [...] precisa ser desenvolvida à luz do interesse, da curiosidade e do contexto dos sujeitos". Igualmente, Moraes, Galiazzi e Ramos (2004, p. 10), desta forma, expõem que a pesquisa em sala de aula "[...] pode ser representada como um ciclo dialético que pode levar gradativamente a modos de ser, compreender e fazer cada vez mais avançados. Os elementos principais desse ciclo são o 'questionamento', a 'reconstrução de argumentos' e a 'comunicação'".

Assim, como a Dicumba visa possibilitar ao aluno aprender a aprender por meio da pesquisa centrada em seu interesse e em sua curiosidade, essa metodologia, se comparada aos métodos empregados hodiernamente, consegue despertar uma au-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

tonomia significativa no aluno, dando significado real ao que é aprendido, fugindo de um modelo totalmente teórico. Isto é, uma aula que seria totalmente expositiva, normalmente presente nas salas de aula da Educação Básica, poderia ser aprimorada com o APCA, enfatizando os debates e as discussões entre os sujeitos, de modo a incentivar o aluno a buscar e a conhecer, trazendo, ainda, liberdade criativa para relacionar, por exemplo, modelos atômicos à astronomia ou até mesmo marketing às reações químicas no cérebro que participam do processo de criatividade e de criação. Noutro viés, essa ação também é significativa na formação docente, pois "o ser professor está além do ato de ensinar, configurando-se como agente mobilizador do conhecimento, cujas ações constroem e reconstroem conceitos por meio de sistematização, leituras e constituição de habilidades durante a ensinagem" (BEDIN; DEL PINO, 2018b, p. 224).

Assim, Bedin (2020, p. 240) esclarece que diferentemente da pesquisa que normalmente se realizada em sala de aula, "onde o foco principal é o tema curricular abordado e direcionado pelo professor, quando se trabalha com a metodologia Dicumba, o tema de pesquisa para realizar a direção curricular e permear as atividades em sala de aula é determinado pelo aluno". Ou seja, "o aluno define/escolhe um tema de interesse a pesquisar, posteriormente socializa de forma argumentativa ao professor e aos colegas, e realiza novas pesquisas a partir de direcionamentos de cunho científico no viés da ciência química, realizados pelo professor" (BEDIN; DEL PINO, 2018a, p. 70). Este processo possibilita ao aluno, além de perceber a relação dos conceitos e dos conteúdos da ciência química com os saberes do seu contexto, trabalhar coletivamente com o professor, sentindo-se um agente partícipe do processo de aprendizagem. Logo, "o ensino pautado no interesse e na curiosidade do aluno qualifica o desenvolvimento das ações docentes, intensifica a participação do sujeito e, posteriormente, amplia cognitivamente o sentido de aprendizagem" (BEDIN, 2020, p. 240).

Diante do exposto, é compreensível que o APCA, por meio da Dicumba, possibilita diferentes benefícios, dentre eles, Rangel, Bedin e Del Pino (2019, p. 7) destacam:

> - a aprendizagem deriva do interesse e da curiosidade do aluno; - o aluno pesquisa para reconstruir e ressignificar saberes à luz do científico; - os conteúdos científicos de química são desenvolvidos a partir de um tema de escolha do aluno; - a química é interpretada no mundo macro e, então, estudada no mundo micro; - o professor passa a ser potencializador da aprendizagem; - a metodologia requer atualização e aperfeiçoamento docente.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Nesta perspectiva, entende-se que a utilização do APCA nas práticas de ensino é uma forma de não apenas significar as ações docentes, mas também de maximizar a construção da identidade do aluno, dado que a aprendizagem a partir da pesquisa como princípio educativo é fortalecida pela ação contínua do sujeito. Isto é, considerando que "[...] a pesquisa busca na prática a renovação da teoria e na teoria a renovação da prática, a educação encontra no conhecimento a alavanca crucial da intervenção inovadora" (DEMO, 2002, p. 9). Logo, entende-se que a coletividade entre os sujeitos, bem como a minimização da dicotomia entre a teoria e a prática e entre o dizer e o fazer pedagógico, favorecem a construção de conceitos e de conhecimentos científicos relacionados ao interesse dos alunos. Afinal, a utilização do APCA na Educação Básica faz com que os sujeitos busquem informações, decodifiquem conceitos e relacionem conteúdos, construindo saberes e significando conhecimentos que ultrapassam os muros científicos da ciência, buscando a excelência do ser nas atitudes e nos procedimentos.

Tais pressupostos encontram base teórica na matriz epistemológica da Dicumba, onde o ensino ocorre na tenção relacional de pessoa para pessoa e não da figura do professor para a figura do aluno (ROGERS, 2001). É nesse sentido que Rogers (1974) acredita que ocorre a aceitação da pessoa como um ser em contínua construção, pois quando a relação se processa entre pessoas por meio de atitudes e de condições facilitadoras, o sujeito aprende sobre si e sobre o outro. Essa aprendizagem modifica as características pessoais específicas do sujeito de modo construtivo, fazendo-o adotar um comportamento e uma conduta mais ajustados à sua realidade. Assim, acredita-se ser importante que o docente reconheça que o seu papel em sala de aula é uma forma de contribuir socialmente com a formação do sujeito como pessoa, buscando resolver problemas individuais e coletivos. Portanto, é preciso que o docente consiga estabelecer fortes e sólidas relações interpessoais com os alunos, visto que a sua ação depende, basicamente, de três fatores: a qualidade pedagógica, o domínio científico e a interação pessoal.

Nesse caminho, Rogers (2001) percebe o aluno como um sujeito em constante desenvolvimento, sendo necessário um professor que intensifique relações humanas por meio de ações pedagogicamente favoráveis, sendo a Dicumba um mecanismo para esse processo. Afinal, para a aprendizagem realmente ocorrer no universo da sala de aula, é necessário um ambiente facilitador, onde o docente assuma, considerando as suas práticas didático-pedagógicas centradas no sujeito, atitudes

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

humanistas. “A didática centrada na pessoa enfatiza o professor e o aluno como pessoas e sua relação existe em um clima de respeito mútuo, onde cabe ao professor, basicamente, dar ao aluno condições favoráveis para desenvolver seu potencial intelectual e afetivo” (ROGERS, 2001, p. 52). Portanto, quando o professor usufrui de estratégias didáticas e de metodologias de ensino que consideram o interesse o e desejo do aluno, como é o caso da Dicumba, ele possibilitará uma aprendizagem mais profunda, profícua de ser penetrante e realmente significativa para o aluno; isso ocorre porque “a direção é auto-escolhida, a aprendizagem é auto-iniciada e as pessoas estão empenhadas no processo de uma forma global, com sentimentos e paixões tanto quanto com o intelecto” (ROGERS, 1983, p. 97).

Os Conteúdos Atitudinais, Procedimentais e Conceituais e a Aprendizagem em Química

No que tange a tridimensionalidade em sala de aula, foram estabelecidas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) 3 competências básicas para a área de Ciências da Natureza, as quais permitem a “a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza” (BRASIL, 2018, p. 547). Essas competências buscam nortear a ação docente no sentido de constituição de um sujeito crítico, criativo e autônomo, visando um trabalho nas esferas atitudinais, conceituais e procedimentais. Ainda, em meio as 3 competências, existem diferentes habilidades, nas quais o professor, mediante as suas ações didáticas e pedagógicas, pode demonstrar melhor aproveitamento de seus objetivos de ensino, possibilitando ao aluno a obtenção de um rendimento significativo e expressivo de aprendizagem. Assim, entende-se que conteúdo é uma relação síncrona entre formas (orgânico/humano) e saberes (cognitivo/ciência) e que possibilita, em múltiplas facetas culturais, sociais, científicas e políticas, uma assimilação de conhecimentos essenciais para a formação ética, científica e social do sujeito.

Nesse desenho, Delors (1999) expõe que a prática do professor durante os processos de ensino e aprendizagem deve privilegiar quatro estágios essenciais, que se caracterizam de forma individual para cada aluno como pilares do conhecimen-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

to: i) aprender a conhecer, onde se evidencia o interesse e a acessibilidade para o conhecimento, o que liberta de fato da ignorância; ii) aprender a fazer, onde se percebe a determinação, mesmo correndo riscos de errar, em executar; iii) aprender a conviver, que marca o desafio da relação interpessoal e, em simultâneo, o exercício de compartilhamento para aprender; e, iv) aprender a ser, onde se demarca a formação do indivíduo como pessoa em diferentes dimensões, considerando todas as suas especificidades e singularidades.

Neste linear, ao se tratar do pilar aprender a conhecer, entende-se que nesse se trabalha com a dimensão conceitual, onde há a ressignificação do mundo e são desenvolvidas as capacidades de pensar, de questionar, de analisar e, dentre outras habilidades que flertam diretamente com as capacidades intelectuais do discente, as capacidades de decodificar e de transformar. Objetivando a inserção dos alunos no mundo dos diferentes conhecimentos, ao desenvolver o conteúdo conceitual na perspectiva de Zabala (2015), tem-se como intento a ideia de proporcionar ao educando as competências de pensar criticamente e de aprimorar as suas faculdades cognitivas, apresentando-o à novas ideias e formas de aprender. Neste sentido, é necessário que o professor tenha em mente a exatidão da profundidade e a sequência curricular necessária para o desenvolvimento dos conteúdos conceituais, de modo que o aluno possa aprender os objetos de aprendizagem da ciência química à luz da formação de suas características de desenvolvimento e de crescimento cognitivo.

Quanto ao pilar de aprender a fazer, as capacitações motoras são evidenciadas nesse processo, buscando uma relação com a área procedimental do ensino. Neste movimento, os alunos "[...] expressam um saber-fazer, que envolve tomada de decisões e realização de uma série de ações, de forma ordenada e não aleatória, para atingir uma meta" (CLEMENT; TERRAZZAN, 2011, p. 88). Esta ação é necessária para habilitar o discente a um processo em que por si só possa sintetizar os conhecimentos obtidos e aplicá-los ao mundo real, ressignificando os conceitos aprendidos a uma esfera prática. É um movimento em que o aluno, além de realizar uma determinada atividade, pensa e reflete sobre o seu papel no processo (ZABALA, 2015). Em síntese, Maturano e colegas (2005, p. 2 – tradução nossa) expõem que este conteúdo "envolve técnicas e habilidades simples, além de estratégias de aprendizado e raciocínio". Neste viés, ressalva-se a importância da metodologia didático-pedagógica do professor, pois a mesma deve, além de estar engajada aos objetivos de aprendizagem, estar adequada a estrutura e a organização dos conteú-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

dos. Isto é, o desenvolvimento dos conteúdos conceituais e procedimentais no ensino de química não deve mais ocorrer de forma isolada e arbitrária, mas com vistas a enfatizar e a fortalecer a ação do estudante, principalmente com ênfase em suas competências, habilidades e atitudes.

Aprender a viver e aprender a ser são dois pilares trabalhados coletivamente, pois ao aprender a ser, capacitando-se a se reconhecer e se reconhecer como indivíduo atuante em uma sociedade, as atribuições de aprender a viver são automaticamente acrescidas. Os conteúdos atitudinais abrangem justamente essas características, desenvolvendo as capacidades intrapessoais e interpessoais nos sujeitos. Em condensação, os conteúdos atitudinais são uma "forma de ser da pessoa e cuja aprendizagem requer a experienciação de situações nas quais se deva agir de forma real para solucioná-las" (ZABALA; ARNAU, 2014, p. 190). Em comunhão, Maturano e colaboradores (2005, p. 2 – tradução nossa) reforçam que o conteúdo atitudinal se refere a promoção de "não apenas atitudes ou comportamentos específicos, mas também normas que regulam esses comportamentos e valores, os quais permitem que os alunos apoiem certas formas de comportamento e de abordagem ao conhecimento".

Nesta perspectiva, acredita-se ser importante trabalhar com os conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais na Educação Básica, a fim de que haja um aprendizado pleno e significativo no sujeito. Ademais, Zabala e Arnau (2014) salientam que para haver uma formação humanitária e profissional completa, os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais devem ser trabalhados com a mesma intensidade em todos os âmbitos da vida estudantil, em virtude disso, há de se evidenciar as motivações e os estímulos que tornam importante o desenvolvimento desses conteúdos para a formação do aluno. Ademais, ao ressaltar a inserção dos conteúdos enfatizados por Zabala (2015) no ensino de química, percebe-se um movimento fortíssimo em possibilitar aos alunos o desenvolvimento dos diferentes pilares da educação, de modo a transmitir "cada vez mais saberes e saber-fazer evolutivos, adaptados à civilização cognitiva, pois são as bases das competências do futuro" (DELORS, 1999, p. 89). Afinal, Bedin e de Almeida (2021, p. 6) refletem que "desenvolver um ensino de química caracterizado nas ações conceituais (saber), procedimentais (saber-fazer) e atitudinais (saber-ser) é propiciar ao aluno um entendimento de ciência por diferentes ângulos, moldando-se a partir da investigação, da experimentação e da explicação".

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Neste linear, tendo em vista que aos profissionais da educação incumbe o papel de potencializar a formação do aluno, tanto profissional quanto humana, salienta-se que para haver um bom desenvolvimento da identidade não se pode trabalhar apenas uma esfera do conhecimento. Ou seja, ao trabalhar os conteúdos conceituais há a formação científica intelectual do discente, aprimorando os seus conhecimentos teóricos, bem como existe a significação de símbolos e objetos, habilitando ao indivíduo a capacidade de raciocinar logicamente. Em relação ao conteúdo procedimental, o aluno passa a possuir a capacidade de transferir os conceitos adquiridos e transcrevê-los ao mundo material, desenvolvendo as suas capacidades de interação, ratificando a esfera conceitual a uma nova realidade. Afinal, os conteúdos conceituais e os conteúdos procedimentais solidificam as habilidades básicas do desenvolvimento humano e, com ênfase nos conteúdos atitudinais, aprimoram a formação completa do indivíduo para, além de aperfeiçoar as suas habilidades de interação e proporcionar autonomia e saber crítico, assegurar de forma clara e específica os princípios da lei.

Conforme a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), nº 9394/96, em seu artigo primeiro, fica evidente que a educação e o ensino devem abranger "os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais". Portanto, considerando-se o exposto, e em especial o objetivo de formar pessoas com ênfase nas questões sociais e culturais, faz-se necessário explicitar uma forma de relacionar os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais com a aprendizagem relacionada às ciências, mais especificamente a ciência química. Este desenho é importante porque, de acordo com Trespach, Güntzel e Bedin (2016, p. 625), é "necessário que o cidadão tenha o mínimo de conhecimento químico para poder participar na sociedade tecnológica atual", uma vez que é importante "provocar no aluno a curiosidade e a formação do senso crítico sobre as suas escolhas e como elas podem afetar positiva ou negativamente os problemas em questão" (TRESPACH; GÜNTZEL; BEDIN, 2016, p. 626).

Ademais, os conteúdos conceituais, demasiados na química devido à sua grande natureza teórica, podem ser relacionados de diversas formas, como a exposição de conceitos mais básicos por meio do uso do quadro, a dedução de uma fórmula ou através de uma aproximação à tabela periódica. Nessa vertente, os conteúdos pro-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

cedimentais podem ser expressos não somente por meio de aulas laboratoriais, mas sendo possível observá-los durante pesquisas de campo, as quais ocorrem mediante diálogos e socializações feitas em sala, bem como por meio das atividades experimentais desenvolvidas em laboratórios. No que tange os conteúdos atitudinais, mesmo não possuindo um grande enfoque relacionado à química, é possível presencia-los em todos os momentos, apresentando-se durante a convivência em sala de aula e nas relações interpessoais tanto para com os alunos quanto para com os professores. Todavia, uma forma de evidenciar o tratamento dessa dimensão atitudinal, a critério de curiosidade, seria trabalhar no centro da aprendizagem as vivências do aluno, fazendo com que ele passe a ser o foco das aulas, vivenciando as suas atitudes à luz de questões que permeiam o ensino de química, como as questões atreladas ao meio ambiente.

Como supracitado, os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais se expressam de diversas formas, sendo estes necessários para uma capacitação cidadã e científica plena. Ao trabalhar os conteúdos conceituais e procedimentais, que exemplificam o modo de saber e de saber-fazer, o discente é inserido no meio científico de tal forma que sem as concepções desses conteúdos não seria possível, pois é preciso haver um meio de significar e de relacionar os processos e os conceitos ao mundo material. Não obstante, o trabalho das dimensões atitudinais, que se referem ao modo de ser, é fundamental para que haja harmonia entre os sujeitos envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem; o desenvolvimento unificado de ambos os conteúdos corrobora para a "a formação do sujeito competente, no sentido de ser capaz de, tomando consciência crítica, formular e executar projeto próprio de vida no contexto histórico" (DEMO, 1996, p. 10).

Assim, diante do exposto, acredita-se ser necessário destacar que os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais englobam um rico e complexo mundo orgânico e cognitivo, capaz de fazer com que o estudante não apenas o entenda cientificamente, mas o mude e o altere sempre que julgar necessário. Todavia, para desenvolver ou despertar no aluno um espírito crítico, científico e cidadão com o mundo, sabendo atuar nele e sobre ele, é necessário que às três dimensões do conhecimento sejam trabalhadas de forma bilateral e universal, mesmo que estas apresentem relevâncias diferentes entre os conteúdos, isto é, os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais apresentam diferentes impactos sobre os

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

sujeitos (FERRAZ, 2001) e, portanto, devem ser trabalhados concomitantes à luz do interesse e do desejo do aluno.

Dicumba e os Conteúdos Atitudinais, Procedimentais e Conceituais: possíveis aproximações

Considerando que a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) conceituada por Vygotsky é "um avanço intelectual que uma criança, dentro de seu nível cognitivo, sem o auxílio de um adulto, não conseguiria desenvolver uma tarefa" (BEDIN; DEL PINO, 2019a, p. 11), pode-se pressupor que o ensino deve antepor-se aos conhecimentos pré-estabelecidos e inteligíveis ao estudante, de modo que este adquira embasamento para ressignificar e desenvolver os seus conhecimentos por conta própria. Ademais, Vygotsky (2008) sucinta que a inter-relação entre os conceitos científicos e os conceitos espontâneos está diretamente relacionada às relações entre o aprendizado escolar e o desenvolvimento mental. Isto é, toda a vez que o aluno relembrar algo que está armazenado em seu cognitivo, como uma informação ou até mesmo um saber, ele acaba ressignificando o conceito ou construindo outros significados sobre o mesmo, expandido as suas memórias e os seus conhecimentos sobre o objeto em questão.

Nessa vertente, a Dicumba consegue potencializar a aprendizagem do aluno, aliando os conceitos científicos aos conceitos espontâneos (cotidianos), proporcionando-lhe autonomia; fórmula esta que pode ser alcançada graças à maleabilidade na aplicação da metodologia, que tem como objeto da aprendizagem o interesse dos alunos a partir da inserção de suas realidades no campo da construção dos conceitos científicos. É certo que há uma flexibilidade no emprego da metodologia, mas existem alguns passos que podem ser seguidos para que o discente consiga perceber a sua autossuficiência no processo de aprendizagem, como os sugeridos por Bedin e Del Pino (2018a). A teoria proposta por Vygotsky é contemplada nos conteúdos propostos por Zabala, que, no que lhe concerne, são potencializados na Dicumba, onde os conceitos e os conteúdos almejados por ambos são alcançados a partir de um movimento em espiral.

Em síntese, a autonomia e os conteúdos procedimentais são observados na Dicumba enquanto o aluno é instigado a pesquisar e a relacionar saberes por conta própria, e ao docente é proporcionado o papel de mediador e de potencializador desse

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

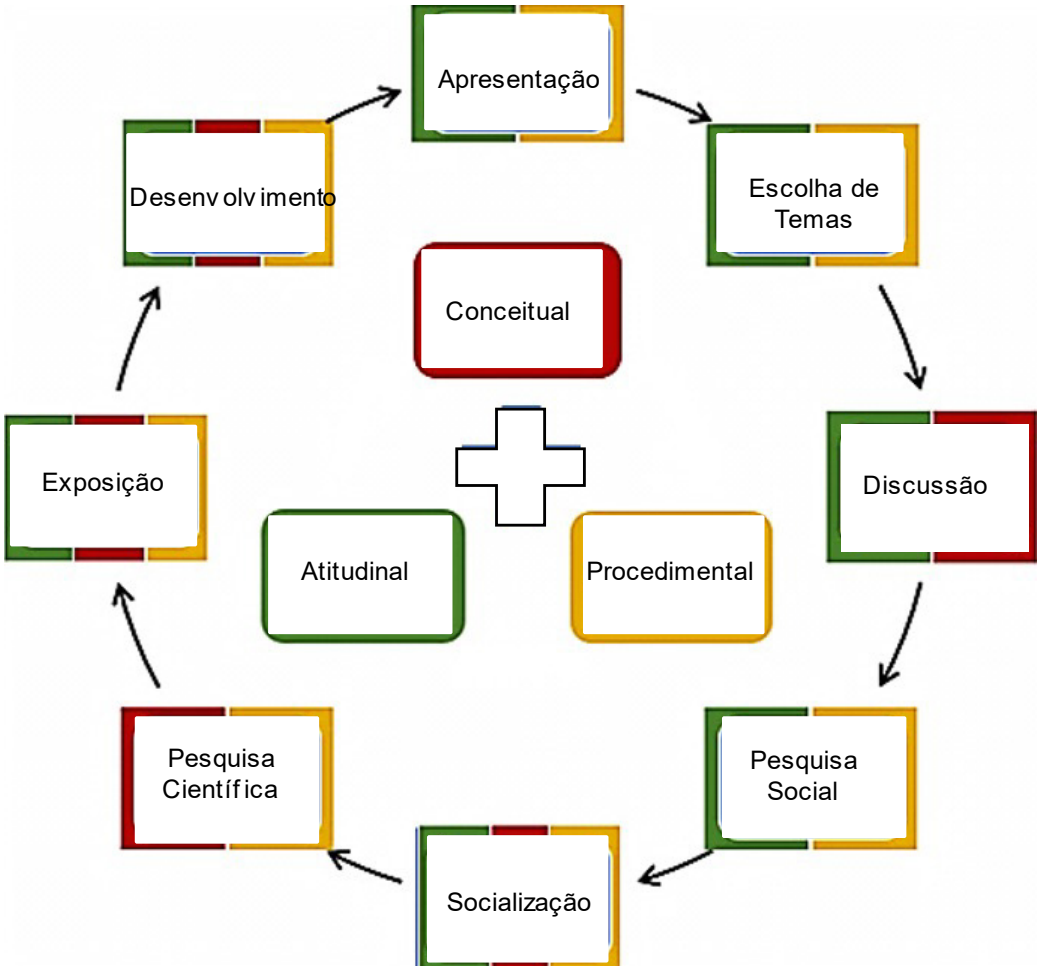
processo, provendo os conteúdos conceituais que o discente não conseguiria adquirir sozinho, mas que emergem a partir da sua interação e da sua participação ativa; os conceitos espontâneos estão diretamente relacionados ao conteúdo atitudinal, pois tratam das experiências do indivíduo e da constituição do seu ser. Este universo de ligações entre os conteúdos emerge na Dicumba porque esta metodologia exige do aluno uma ação individual, a qual necessita, "além de uma organização de ideias e otimização de espaço/tempo, segurança significativa em relação a criticidade e a autonomia para a pesquisa" (BEDIN; DEL PINO, 2020a, p. 365).

Isto é, enquanto o aluno desenvolve a atividade, demonstrando dedicação e afinidade, ele se encontra em um ciclo dialético de pesquisa, a qual concentra ações de pesquisar, problematizar, questionar e construir hipóteses para sanar as dúvidas que emergem continuamente neste processo. Esse desenho é importante porque pode derivar na constituição de habilidades relacionadas a argumentação crítica e ao pensamento científico, visto que o sujeito poderá, num exercício cognitivo, expressar saberes específicos na (re)construção e na produção de novos conhecimentos. Esse movimento ocorre para além do processo conceitual, tensionando-se na fusão entre os saberes científico, social e cultural.

Para sistematizar o processo exposto, demonstrando o entrelaçamento e o desenvolvimento dos conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais à luz da metodologia Dicumba, principalmente com ênfase nas etapas supracitadas e destacadas por Bedin e Del Pino (2018a) sobre o APCA, fez-se o SmartArt presente na Figura 1. Julga-se a relação entre os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais e a Dicumba essencial para a aprendizagem do aluno, dado que Zabala e Arnau (2007 – tradução nossa) destacam que a estratégia para a aprendizagem do aluno deve partir de situações significativas e funcionais, contemplando atividades que apresentam os modelos de desenvolvimento do conteúdo, seguindo um processo gradual que requer diferentes graus e práticas orientadas, bem como atividades independentes.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Figura 1: Relação entre a Dicumba e os Conteúdos Atitudinais, Procedimentais e Conceituais.



Fonte: Os autores, 2020.

Como se observa na Figura 1, as cores destacadas nos conteúdos centrais do SmartArt enfatizam os conteúdos mobilizados em cada etapa. Logo, na etapa Apresentação, contornada pelas cores verde e amarelo, percebe-se o movimento dos conteúdos atitudinal e procedimental. Assim, devido ao seu enfoque no APCA, a Dicumba consegue, de forma eficiente, fazer com que o aluno desenvolva e mobilize os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais durante a pesquisa, pois ao tornar os temas de interesse dos alunos o foco das aulas é possível explorar cada conteúdo de diversas formas, deixando de priorizar os conteúdos específicos

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

do ensino. Este processo é importante porque abre um espaço para uma prática pedagógica com ênfase no ensino de química mais humanitária tridimensionalmente, tornando-se, assim, uma ferramenta importante na aplicação de uma metodologia capaz de "promover a capacidade de ler a realidade e de agir para transformá-la, impregnando de sentido à vida cotidiana" (ASSUMPÇÃO; LANDGRAF; PRETURLAN, 2009, p. 88).

Como supracitado, existem passos que podem ser adaptados ou seguidos para auxiliar o discente na percepção de sua autonomia, bem como na significação e na ressignificação dos conceitos científicos em conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais. Assim, torna-se necessário destacar que a ideia da inserção da Dicumba na Educação Básica, a fim de que o aluno aprenda química a partir do seu interesse e da sua curiosidade, prevalecendo a ação do APCA, não é, de acordo com Bedin e Del Pino (2020a, p. 366), uma maneira de "reajustar uma informação ao conjunto ou ao contexto do aluno", pois, como destaca Ens (2006, p. 1), "conhecimento, para o seu desenvolvimento, precisa usar de forma ampla e irrestrita a curiosidade intelectual do ser humano, ampliando o espírito de investigação". Nesta linha, Solbes (2009, p. 206 – tradução nossa) reflete que "os alunos encontram as informações, as habilidades e as atitudes que estão tentando aprender incorporadas em perguntas e tarefas que despertam a curiosidade e são "intrinsecamente" interessantes"; logo, quando se parte da vivência e da realidade do aluno, a construção e o desenvolvimento da aprendizagem ocorrem de forma mais estável e significativa.

Em relação à etapa de Apresentação, entende-se que ao expor a metodologia à turma, validando os seus objetivos e as suas formas de desenvolvimento, o conteúdo atitudinal é trabalhado por meio do diálogo, e ao enfatizar a escolha do tema, fundamentando-o na ação do contexto do aluno, trabalha-se o conteúdo procedimental. Isto é, como definido previamente nos conteúdos atitudinais, durante a interação professor-aluno começam a emergir os conceitos de sociabilidade ao passo de os alunos serem instigados a se envolverem com o próprio desenvolvimento. Assim, inicia-se um processo de/pela introspecção; o emprego das habilidades de comunicação e de articulação de ideias vincula-se aos conteúdos procedimentais, dado que estes, basicamente, se apresentam como um conjunto de ações organizadas, o qual permite aos alunos trabalhar de forma eficaz (COLL; WALLS, 2000).

Na etapa da Escolha de temas, os conteúdos atitudinais são abordados ao trabalhar com temas referentes aos interesses e as curiosidades dos alunos, e no mo-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

mento em que ocorre a socialização entre os alunos à luz das pesquisas universais realizadas, o conteúdo procedimental é abordado. De outra forma, a inserção dos conteúdos atitudinais se vincula ao concentrar o processo de aprendizagem às realidades e as vivências de cada aluno, dando margem a introdução da contextualização sociocientífica, bem como conduzindo estes a um pensamento interpessoal e uma reflexão intrapessoal. Este processo é importante para tornar o ato de aprender pela pesquisa algo envolvente, visto que os conteúdos procedimentais compreendidos se destacam quando o aluno mobiliza as capacidades cognitivas para deliberar e para expor o próprio assunto de pesquisa.

Não diferente, na etapa da Discussão, a qual ocorre sobre os temas e o foco nas/das vivências dos alunos, relacionam-se os conteúdos atitudinais, sendo que a análise feita pelo professor expõe a característica conceitual desse passo. Ou seja, os conteúdos atitudinais explicitam-se mediante a junção das características individuais dos alunos à coletividade de uma discussão em sala de aula, abarcando os estudantes em realidades distintas para promover a internalização de novos saberes e valores. À medida que o professor se posiciona diante dos temas, analisando-os e os relacionando perante similaridades, o caráter conceitual é exposto, uma vez que é necessário mobilizar o conhecimento do professor para realizar essas análises. Assim, pode-se estimular os conhecimentos prévios dos alunos de forma bilateral, instigando-os a compreender cientificamente o mundo a sua volta, dado que a "aprendizagem do aluno deve estar para além da assimilação de conceitos ou da aquisição de informações, pautando-se no construtivismo e propiciando ao aluno a oportunidade de experimentar, analisar e interpretar situações que lhe possibilitam a formação de um espírito crítico-científico" (BEDIN; DEL PINO, 2020b, p. 5).

Pesquisa social é a etapa definida como a ação de o aluno pesquisar sobre o próprio tema de interesse, onde o sujeito expressa uma característica de conteúdo procedimental, já que este pode estar explícito ou implícito em decisões internas ou externas (COLL; WALLS, 2000). Ademais, como essa pesquisa possui o enfoque no aluno, a característica atitudinal é notada. Afinal, a mobilização das capacidades motoras e intelectuais empregadas nos atos de pesquisar, de questionar e de desenvolver a pesquisa inferem a existência das qualidades de saber-fazer, de modo que a ação relativa à pesquisa, em sua totalidade, notabilize os conteúdos procedimentais. A inserção da cotidianidade do aluno torna a pesquisa mais envolvente, cativando o discente a desenvolver um maior apreço pela pesquisa, bem como trabalhar com

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

diferentes conteúdos. Esse processo é deverás importante para organizar e propiciar a construção e a constituição de saberes no aluno a partir das próprias vivências, visto que "não é possível apenas apresentar o conteúdo e os conceitos científicos aos alunos; deve-se estimula-los e possibilitá-los vivenciar a aprendizagem a partir daquilo que lhes é curioso e interessante, a fim de, conscientemente, agregar valor social e científico a sua formação" (BELLARDO et al., 2021, p. 336).

Na etapa de Socialização, a qual ocorre durante o debate, os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais são articulados, visto que no diálogo existe por parte dos sujeitos a necessidade de expor ideias acerca de suas realidades ou de outrem, bem como articular conceitos a respeito das pesquisas e dos saberes científicos que, possivelmente, estarão entrelaçados a estas. Logo, a socialização é o espaço para que os diferentes conteúdos possam emergir e interagir, possibilitando aos sujeitos uma formação universal mais sólida e articulada as diferentes perspectivas da formação ética e cidadã. Afinal, nesta etapa do APCA, os sujeitos se enriquecem e se aperfeiçoam uns com os outros, conhecendo e aprendendo sobre outros temas. Este processo, para Bedin (2020, p. 245), é importante porque traz "uma negociação entre os pares, envolvendo a argumentação, a comunicação dos resultados e, dentre outras ações, a troca e o compartilhamento de ideias e de saberes". Bellardo e colaboradores (2021, p. 340) reforçam a ideia ao afirmar que "o aluno se tornar um sujeito ativo e autocéfalo, capaz de levar o ensino e a pesquisa para além dos muros da escola, sendo esses atuantes em sua vida e no meio em que interage".

Na etapa da Pesquisa científica, o professor precisa expor os conceitos químicos, relacionando-os às pesquisas feitas previamente pelos alunos, ressaltando-se aqui o conteúdo conceitual. A realização de uma nova pesquisa revisita o conteúdo procedimental, como supracitado. Portanto, na medida em que uma nova pesquisa é feita pelo aluno, com base no exposto pelo docente (científico), os trabalhos são apresentados com um aspecto mais técnico-científico, abordando conceitos específicos da ciência química. Essa característica científica, junto à mobilização necessária para aliar os conceitos químicos aos seus respectivos temas, bem como a necessidade de desenvolver uma nova pesquisa, traz à tona uma característica procedimental-conceitual, visando, assim, a inserção dos discentes no mundo das pesquisas científicas. Aqui, destaca-se que a construção de uma pesquisa científica a partir de um tema de interesse é importante para que o aluno não apenas mobilize os conteúdos procedimentais, mas consiga aprender os conteúdos conceituais,

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

de modo a utilizá-los para interpretar, compreender ou expor o fenômeno atrelado a sua pesquisa (POZO, 2000).

A Exposição é a etapa onde ocorre um novo debate, revisitando a interligação dos três conteúdos, dessa vez com um foco maior nos conteúdos conceituais, pois o professor irá complementar o debate com conceitos químicos à luz das pesquisas que estão sendo expostas. Este processo faz com que o aluno cognitivamente consiga construir novos conhecimentos, agora os relacionando aos conteúdos procedimentais e atitudinais já elencados. Este processo é importante, também, para fortalecer a relação entre os saberes e esses com os sujeitos, bem como solidificar a relação entre os conceitos e os conteúdos da ciência química com o contexto do aluno. Bedin e Del Pino (2018a, p. 78) fortalecem a discussão ao afirmarem que APCA é uma forma de fazer com que o "professor consiga auxiliar o aluno a construir conhecimentos científicos na sua vivência – é uma relação de saberes do macro para o micro". Afinal, para os autores, "é a partir da pesquisa, que está diretamente relacionada a algo do contexto do aluno, que este busca os conhecimentos científicos, elencando significados aos fenômenos naturais e artificiais que fazem parte do seu dia a dia" (BEDIN; DEL PINO, 2018a, p. 78).

Desenvolvimento dos conteúdos é a etapa centrada na ação didático-pedagógica do professor, que, ao desenvolver os conceitos científicos emergidos a partir da exposição realizada pelos alunos, explicita os conteúdos conceituais e, ao envolver os alunos nesse processo, instiga o aparecimento e a reflexão sobre os conteúdos procedimentais e atitudinais trabalhados. Isto é, durante a exposição e a ressignificação por parte do professor em relação aos conceitos emergentes nas pesquisas dos alunos, observa-se a qualidade de aprender a conhecer, onde todo o conhecimento obtido ao longo do processo de pesquisa é aprofundado de forma bilateral, e as dúvidas remanescentes são respondidas. Sendo esse um processo que similarmente depende da participação do aluno, os conteúdos procedimentais são vislumbrados nas habilidades necessárias para articular o conteúdo aprendido, bem como relacionar esses novos conceitos à sua realidade, mobilizando, do mesmo modo, os conteúdos atitudinais.

Com ênfase no exposto a partir da Figura 1, entende-se que a mobilização dos conteúdos à luz da Dicumba é importante para o desenvolvimento do discente, pois, como afirma Zabala (2015, p. 09), "é necessário que o aluno seja cognitivamente 'capaz' e, sobretudo, em outras capacidades: motoras, de equilíbrio, de autonomia

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

pessoal e de inserção social". Nesse sentido, o desenvolvimento desses conteúdos por meio da metodologia Dicumba torna-se cientificamente importante por múltiplos motivos, sendo um deles o processo de inserção dos discentes no mundo científico a partir de suas curiosidades e de seus interesses relacionados a pesquisa, bem como a fomentação do interesse pela ciência e a formação de indivíduos autônomos e humanos. Esse processo é "pertinente no sentido de implicar na concepção de que o conhecimento químico não é um fim em si mesmo, mas um veículo para estruturar, para desenvolver e para mobilizar competências, habilidades e atitudes básicas que caracterizam o cidadão" (BEDIN, 2021, p. 987).

Este movimento é indissociável do caráter qualitativo dos processos de ensino e aprendizagem, pois os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais que são manifestados e aprendidos por meio da Dicumba são eficientes no sentido de serem conectados à realidade dos discentes e, portanto, modificando-a, bem como a identidade pessoal e social de cada sujeito. Neste desenho, acredita-se que os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais não podem ser trabalhados de forma isolada, fortalecendo-se a tríade no planejamento docente e na descoberta discente. Afinal, para Maturano e colaboradores (2005, p. 2 – tradução nossa), é "a partir de cada conteúdo específico de uma disciplina científica que as diferentes mudanças processuais, atitudinais e conceituais podem e devem ser trabalhadas".

Conclusão

Como observado no decorrer desse texto, uma aprendizagem plena ocorre mediante o desenvolvimento de três grupos de competências, sendo esses maximizados pela Dicumba e relacionados ao saber, ao saber-fazer e ao saber-ser. Deste modo, o ensino de química deve ser acolhedor no sentido de instigar o aluno a participar na construção de conhecimentos referentes aos conteúdos ministrados, visando a contextualização e a absorção integral dos conceitos, possibilitando a aplicação, em sua respectiva realidade, do conhecimento obtido e ressignificado ao mundo em que vive. Neste linear, King Jr. (1947, s/p) ressalva que "a educação deve permitir peneirar e pesar evidências, discernir o verdadeiro do falso, o real do irreal e os fatos da ficção", e finaliza afirmando que "a função da educação é ensinar a pensar intensamente e pensar criticamente".

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Assim, a reprodução e a mobilização dos conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais são de suma importância na formação de sujeitos como pessoas éticas e ativas. Afinal, é necessário para o convívio harmônico em sociedade que os indivíduos sejam dotados da capacidade de interagir empaticamente e de se tornarem parte do motor que conduz a sociedade; logo, é preciso que os alunos busquem e construam conhecimentos científicos que se relacionam com a própria realidade a partir daquilo que lhes desperta o interesse e a curiosidade, promovendo e envolvendo ações e decisões individuais e coletivas para usufruir dos conhecimentos adquiridos em sala de aula e em sociedade.

Neste linear, a Dicumba torna-se uma metodologia potencializadora do processo mencionado, pois por meio do APCA esta metodologia possibilita o desenvolvimento e a mobilização dos conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais de modo eficiente, despertando a curiosidade do aluno por meio de seus próprios desejos. Afinal, é sábio que o ser humano busca respostas quando tem questionamentos, e encontra-se diante de um dilema que apresenta necessidade de finalizar; logo, o questionamento científico realizado pelo professor no processo dialético da Dicumba é eficiente no sentido de o aluno resolver problemas e construir conhecimentos em diferentes dimensões, possibilitando a própria formação orgânica e cognitiva durante o processo.

Por fim, salienta-se por meio do descrito que a Dicumba se mostra como uma metodologia potencializadora para a aprendizagem dos conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais no ensino de química. Afinal, por ser uma metodologia maleável a realidade do aluno, expande sua aplicabilidade para todos os âmbitos educacionais, facilitando a adaptação em diferentes tipos de realidades, para introduzir os estudantes à pesquisa científica, bem como possibilitar-lhes a construção de um espírito sociocientífico para a formação mais humana, interessados pela ciência e dotados de pensamento científico e de argumentação crítica.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Learning through student-centered research: a movement to develop attitudinal, procedural and conceptual content

Abstract

This article aims to present a significant teaching relationship between the active Dicumba methodology and the attitudinal, procedural and conceptual contents in the teaching of chemical science. This theoretical research of an interpretive nature is developed in the middle of three distinct and complementary sections, emphasizing the methodology, the three contents and the relationship between them. In the end, it became evident that Dicumba enables the development and mobilization of contents in an efficient manner, arousing the student's curiosity for chemical from their own interests, as well as that full learning occurs through the development of three groups of competencies: knowledge, know-how and know-how.

Keywords: Dicumba. Attitudinal, Procedural and Conceptual Content. Learning through Student--Centered Research.

Referências

ASSUMPÇÃO, Raiane; LANDGRAF, Flávia Landucci; PRETURLAN, Renata Barreto. Leitura do mundo na perspectiva Freiriana: desafios contemporâneos da educação popular. **Educação popular na perspectiva Freiriana. São Paulo: Editora e Livraria Instituto Paulo Freire**, p. 75-92, 2009.

BEDIN, Everton. **A emersão da interdisciplinaridade no ensino médio politécnico: relações que se estabelecem de forma colaborativa na qualificação dos processos de ensino e aprendizagem à luz das tecnologias de informação e comunicação.** Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Ciências Básicas da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, 2015.

BEDIN, Everton. Do algodão doce à bomba atômica: avaliações e aspirações do aprender pela pesquisa no ensino de Química. **Debates em Educação**, v. 12, n. 27, p. 236-253, 2020. https://doi.org/10.28998/2175-6600.2020v12n27p236-253.

BEDIN, Everton. Como Ensinar Química?. **Revista Diálogo Educacional**, v. 21, n. 69, 2021. https://doi.org/10.7213/1981-416X.21.069.AO09.

BEDIN, Everton; DE ALMEIDA, Caroline Medeiros Martins. Facebook como Proposta Didático--Pedagógica para a Emersão dos Conteúdos Conceituais, Procedimentais e Atitudinais no Ensino de Química. **Revista Prática Docente**, v. 6, n. 2, p. e057-e057, 2021. https://doi.org/10.23926/RPD.2021.v6.n2.e057.id963.

BEDIN, Everton; DEL PINO, José Claudio. A metodologia Dicumba como uma tempestade de possibilidades para o desenvolvimento do ensino de Química. **Revista Brasileira De Ensino De Ciências E Matemática**, v. 1, n. 1, 2018a. https://doi.org/10.5335/rbecm.v1i1.8479.

BEDIN, Everton; DEL PINO, José Claudio. Interações e intercessões em rodas de conversa: espaços de formação inicial docente. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 99, p. 222-238, 2018b. https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.99i251.3383.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

BEDIN, Everton; DEL PINO, José Claudio. Dicumba: uma proposta metodológica de ensino a partir da pesquisa em sala de aula. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 21, 2019a. https://doi.org/10.1590/1983-21172019210103.

BEDIN, Everton; DEL PINO, José Claudio. Das Incertezas às Certezas da Pesquisa não Arbitrária em Sala De Aula Via Metodologia Dicumba. **Currículo sem Fronteiras**, v. 19, n. 3, p. 1358-1378, 2019b. http://dx.doi.org/10.35786/1645-1384.v19.n3.32.

BEDIN, Everton; DEL PINO, José Claudio. La movilización de competencias y el desarrollo cognitivo universal-bilateral del aprendizaje en la enseñanza de las ciências. **Revista Paradigma**. (Edición Cuadragésimo Aniversario: 1980-2020), n. XLI, p. 360-383, 2020a. https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.0.p360-383.id804.

BEDIN, Everton; DEL PINO, José Claudio. A metodologia Dicumba e o Aprender pela Pesquisa Centrada no Aluno no Ensino de Química: narrativas discentes na Educação Básica. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 3, n. 3, p. 3-24, 2020b. https://doi.org/10.36661/2595-4520.2020v3i3.11774.

BELLARDO, Pedro Henrique Dangui; VICENTE, *Isis Lemes; DUNKER, Eduardo Bello, BEDIN, Everton*. Ap-Dicumba: Aprender pela Pesquisa a partir de Animações Participativas. **Revista Signos**, v. 42, n. 1, 2021. http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-0378.v42i1a2021.2886.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, DF, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa; LIMA, Maria da Conceição Barbosa. Comprovando a necessidade dos problemas. **Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IIENPEC), Valinhos, São Paulo**, 1999.

CHIAROTTINO, Zélia Ramozzi. A teoria de Jean Piaget e a educação. **Psicologia e ensino**. São Paulo: Papelivros, 84-100, 1980.

CLEMENT, Luiz; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Atividades didáticas de resolução de problemas e o ensino de conteúdos procedimentais. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, v. 6, n. 1, p. 87-101, 2011.

COLL, César; VALLS, Enric. A aprendizagem e o ensino de fato e conceitos. In. COLL, César, POZO, Juan Ignácio; SARABIA, Bernabé; VALLS, Enric. **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: Artmed, p. 73-118, 2000.

DELORS, Jacques. Os quatro pilares da educação. **Educação: um tesouro a descobrir**, v. 4, p. 89-101, 1999.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. Campinas, SP: Autores Associados, 1996.

DEMO, Pedro. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. 5ª ed. Campinas, SP. Autores Associados, 2002.

DEMO, Pedro. Educação Hoje - "Novas" tecnologias, pressões e oportunidades. **Revista Brasileira de Formação de Professores**, v. 1. n. 1, 2009.

ENS, Romilda Teodora. **Significados da pesquisa segundo alunos e professores de um curso de pedagogia**. Tese (Doutorado em Educação: Psicologia da Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

FERRAZ, Osvaldo Luiz. Os profissionais de educação infantil: intervenção e pesquisa. **Revista Paulista de Educação Física**, p. 95-109, 2001.

FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

KING Jr, Martin Luther. The purpose of education. **The maroon tiger**, 10, 123-124, 1947.

MATURANO, Carla; MAZZITELLI, Claudia; NÚÑEZ, Graciela; PEREIRA, Raúl. Dificultades conceptuales y procedimentales en temas relacionados con la presión y los fluidos en equilibrio. **Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 2, p. 1-26, 2005.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo; RAMOS, Maurivan Güntzel. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. MORAES Roque; LIMA, Valderez Marina Rosário. (Orgs.). **Pesquisa em Sala de Aula: tendências para a Educação em Novos Tempos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 9-24, 2004.

POZO, Juan Ignácio. A aprendizagem e o ensino de fato e conceitos. In. COLL, César, POZO, Juan Ignácio; SARABIA, Bernabé; VALLS, Enric. **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: Artmed, p. 17-72, 2000.

RANGEL, Fabiano Zolin; BEDIN, Everton; DEL PINO, José Claudio. Dicumba-uma metodologia para o Ensino de Química: avaliação, tendência e perspectiva. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** – XIIENPEC Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

ROGERS, Carl. **A terapia centrada no paciente**. Lisboa: Moraes Editores, 1974.

ROGERS, Carl Ransom. **Um jeito de ser**. 3. ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1983.

ROGERS, Carl Ransom. **Sobre o poder pessoal**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

SOLBES, Jordi. Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (II): nuevas perspectivas. **Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias**, p. 190-212, 2009.

TRESPACH, Rúbia Raubach; GUNTZEL, Bruno; BEDIN, Everton. Análise química sobre ferramentas tecnológicas para ensinar química na Educação Básica à alunos surdos. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, 2016.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **Pensamento e linguagem** (Vol. 4). São Paulo: Martins Fontes, 2008.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre, Penso Editora, 2015.

ZABALA, Antoni; ARNAU, Laia. La enseñanza de las competencias. **Aula de innovación educativa**, 161, 40-46, 2007.

ZABALA, Antoni; ARNAU, Laia. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre, Penso Editora, 2014.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Análise de factores determinantes na escolha da área de estudos no 2º ciclo (ESG2), Manhiça – Moçambique

René Júlio Mavulha*, Miranda Albino Martins Muaualo**, Lucas Lavo António Jimo Miguel***

Resumo

As reformas educacionais do ensino secundário em Moçambique subdividiram o segundo ciclo em três áreas de conhecimento - Comunicação e Ciências Sociais (Grupo A), Matemática e Ciências Naturais (Grupo B), e Artes Visuais e Cénicas (Grupo C). Estas subdivisões desafiam os novos ingressos na escolha das áreas de conhecimento direcionadas a sua projeção profissional. Na tentativa de compreender estes desafios, realizou-se uma análise de fatores condicionantes na escolha da área de conhecimento pelos novos ingressos no segundo ciclo da Escola Secundária de Manhiça (ESM) em Moçambique. Utilizou-se um questionário de 45 perguntas para entrevistar 165 alunos da 11ª classe, período laboral, regime presencial entre 16 de agosto e 13 de setembro de 2019. Recorreu-se a Análise Fatorial e Regressão Logística Multinomial para analisar a série de dados coletados. A Regressão Logística Multinomial estimou a probabilidade de o aluno pertencer a uma das três áreas de atuação do ensino secundário do segundo ciclo (ESG2) em Moçambique. Os resultados da análise descritiva indicaram a participação de 52% de alunos do sexo masculino e 48% do sexo feminino. Destes, 6.7% com pais sem escolaridade tiveram uma orientação na escolha da área de estudo e 4.2% não foram orientados. Por outro lado, 6.1% dos filhos de pais com nível superior foram orientados enquanto 9.1% não tiveram acesso a orientação na escolha da sua área de conhecimento. Estes resultados auxiliaram na identificação de nove fatores de escolha das áreas de conhecimento através da Análise Fatorial, nomeadamente: Falta de orientação vocacional para uma perspectiva futura; Influência dos pais, encarregado de educação; Influência de familiar bem-sucedido pelos estudos; Facilidade

* Departamento de Matemática e Informática, Universidade Eduardo Mondlane, Avenida Julius Nyerere nº 3453, Maputo, Caixa Postal nº 257, Moçambique. E-mail: renemavundla@gmail.com

** Departamento de Matemática e Informática, Universidade Eduardo Mondlane, Avenida Julius Nyerere nº 3453, Maputo, Caixa Postal nº 257, Moçambique. E-mail: mirandam939@gmail.com

*** Universidade Católica de Moçambique , Extensão de Maputo, Av. Romão Fernandes Farinha, no. 1499, C.P. 1104, Alto Mae (Antigo Lar da Munhuana), Maputo, Moçambique. E-mail: lucaslavomiguel@yahoo.com.br / lmiguel@ucm.ac.mz

https://10.5335/rbecm.v5i1.11630
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
Recebido em: 14/10/2020 – Aceito em: 06/06/2021
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

de aprendizagem e demanda do mercado de trabalho; Pré-orientação vocacional dos alunos para uma perspectiva futura; Falta de vagas para outras opções; Habilitado para área e curso pretendido; Interesse do aluno pela área; e Disponibilidade de um explicador e formação local. Os resultados encontrados neste trabalho contribuirão para tomada de decisão de incentivar os pais, encarregados de educação a dar o devido acompanhamento aos filhos e advertir os alunos a se informar dos cursos pretendidos para uma melhor escolha.

Palavras-chave: Análise Fatorial; Regressão Logística Multinomial; Reformas Educacionais.

Introdução

Em Moçambique, o currículo do Ministério da Educação de 1983, do Ensino Secundário Geral (ESG), caracteriza-se por ser enciclopédico e orientado para a continuação dos estudos no Ensino Superior. Na sua análise detalhada, há evidências da não resposta às necessidades do mercado de trabalho nacional, da dinâmica e complexa exigência da sociedade moçambicana, e das complexidades do mundo globalizado. O graduado do ESG não desenvolvia as competências necessárias para: a inserção no mercado de trabalho; criação de auto emprego; progressão noutros cursos especializados (MINED e INDE, 2007).

Segundo o estudo realizado sobre o currículo educacional, pelo Ministério de Ciências e Tecnologias, Ensino Superior e Técnico Profissional (MCTESTP), a Estratégia do ESG destaca os seguintes problemas: Ensino académico teórico sem, no entanto, privilegiar as habilidades práticas que possam permitir uma fácil inserção do graduado no mercado de trabalho; preparo dos jovens apenas para a continuação dos estudos a nível superior, particularmente no ESG2. O atual plano curricular do 2º ciclo do Ensino Secundário Geral (publicado em novembro de 2007), está dividido em 3 áreas de estudo, que são: Grupo A (Comunicação e Ciências Sociais), Grupo B (Matemática e Ciências Naturais) e Grupo C (Artes Visuais e Cénicas). Para cada uma das áreas, os alunos têm no total 10 disciplinas, das quais 6 são obrigatórias e 4 opcionais. Das disciplinas opcionais, 3 permitem a comunicação com o ensino superior e uma é profissionalizante, o que dá ao graduado a possibilidade de aceder ao mercado de trabalho (MINED e INDE, 2007).

Com a necessidade de clarificar a operacionalização do Plano de Estudos do 2º ciclo do ESG, o Ministério da Educação aprovou o Despacho nº 01/2013, que assegura a uniformidade de combinação de disciplinas para todos os alunos que pretendem fazer o mesmo curso no nível superior. De acordo com o despacho nº 01/2013 do

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Ministério da Educação, é importante que as Direções das escolas, envolvendo os pais e encarregados de educação, para a escolha consciente da opção, divulguem o Plano de Estudos em todas as turmas da 10ª classe, no I e II trimestres. Adicionalmente, no processo da matrícula da 11ª classe, em anexo ao boletim de matrícula, seja disponibilizado uma cópia do Plano de Estudos. Pela falta de divulgação destas informações importantes, a escolha da área de estudo após a conclusão do 1º ciclo do ensino secundário geral tem sido fácil para uns e difícil para outros educandos /alunos. A dificuldade de escolha deve-se a um leque de incertezas que podem ser provenientes da falta de atualização constante sobre as competências académicas desenvolvidas em cada área de conhecimento proposto pelo ministério de tutela. Geralmente, os alunos tendem, por um lado, seguir a vontade dos seus pais, ou dos seus mais próximos. Consequentemente, tornam-se vulneráveis a influências alheia e erróneas na seleção do curso pretendido no ensino do nível superior ou profissionalizante.

Segundo NETO et al. (2016), as profissões dos descendentes têm mostrado uma certa inspiração dos seus progenitores. A inspiração é constatada através da continuidade dos descendentes tenderem a abraçar o legado profissional dos seus progenitores, baseado na generalidade em sua estabilidade financeira, social e suas realizações. Por outro lado, o avanço tecnológico influencia muitos adolescentes a se desligar do mundo real, da convivência presente com os pais e são entretidos em seu mundo virtual. Pressupõe-se que suas maiores influências sejam amigos virtuais, astros da internet e informações lançadas pela mídia, deixando muitas vezes os pais e professores alheios na escolha da área de atuação.

NETO *et al.* (2016) afirmam que a escolha da profissão não é uma descoberta mágica, mas, um processo que é construído na medida em que o aluno busca se informar das várias possibilidades envolvendo diferentes áreas de conhecimento, cursos acadêmicos e profissionalizantes e as diferentes profissões. É nesse momento que o aluno se coloca em um lugar de autonomia, de liberdade e de responsabilidade (NETO *et al.*, 2016). Nesse contexto, no presente estudo pretende-se analisar os fatores determinantes na escolha da área de estudo pelos novos ingressos no segundo ciclo na Escola Secundária de Manhiça, Distrito da Manhiça em Moçambique. Para o alcance deste objetivo tentou-se responder as seguintes perguntas de pesquisa: em que termos uma avaliação da Regressão Logística Multinomial (RLM) auxilia na estimação da probabilidade do aluno do ESG2 pertencer a uma das três áreas

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

de atuação definidas pelo MINED? De que forma os encarregados de educação com escolaridade superior e não escolarizados orientam os seus educandos na seleção de área de competências do ESG2? Que fatores determinantes são identificados a partir da Análise Fatorial na escolha de uma área de conhecimento?

Estrutura Curricular do Ensino Secundário Geral do 2º Ciclo (ESG2) em Moçambique

O MINED (2007) definiu o Ensino Secundário Geral do 2º Ciclo em disciplinas de tronco comum que correspondem a um conjunto de conhecimentos, valores e atitudes considerados indispensáveis para qualquer aluno do ESG2; Áreas específicas que aprofundam domínios do saber, nomeadamente: Comunicação e Ciências Sociais; Matemática e Ciências Naturais; Artes Visuais e Cénicas. Estas são constituídas por disciplinas das quais o aluno escolhe duas; e Disciplinas Profissionalizantes que integram um conjunto de conteúdos necessários ao desenvolvimento de habilidades para a vida. Segundo BOHOSLAVSKY (2003), a escolha de uma área de conhecimento não é um momento estático no desenvolvimento de um indivíduo, mas sim corresponde a um processo contínuo de mudança da personalidade. Em alguns casos, os alunos do ESG2 em Moçambique escolhem uma área de estudo com pouco conhecimento sobre as implicações, dificuldades e responsabilidades envolvidas, tornando mais difícil à escolha, assim como causando frustrações em relação à área escolhida (SILVA *et al.*, 2011). Constata-se pouca preocupação da escola e da família em preparar e orientar os alunos e filhos para a escolha de uma área de atuação, a pensar e refletir sobre a realidade social, cultural, histórica e profissional. Assim, este indivíduo faz uma escolha, muitas vezes, de forma ocasional e desarticulada, dificultando ou incapacitando a formulação de projetos profissionais consistentes.

O MINED estabeleceu para o segundo ciclo um total de 10 disciplinas por ano, distribuídas em 6 disciplinas do tronco comum, 3 disciplinas específicas escolhidas em função do curso superior que pretende seguirem ou de uma área laboral e uma disciplina Profissionalizante ao longo do ciclo (Tabela 1).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Tabela 1: Plano de estudo por área e cursos superiores relacionados

Opções	Disciplinas	Cursos
Opção "A": Comunicação e Ciências Sociais	Tronco Comum; História; Geografia; Francês	Ensino de línguas; traduções e interpretações; linguística; história; geografia; sociologia; Administração Pública; Economia; Gestão; Contabilidade; Turismo; Jornalismo; Direito;
Opção "B": Matemática e Ciências Naturais	Tronco Comum; Biologia; Física e Química	Medicina; Engenharia Agronómica; Veterinária; Ciências Biológicas; Química; Geologia; Metrologia; Psicologia; Antropologia; Oceanografia; Biologia Marinha; Engenharias: química; Eletrónica; elétrica; Mecânica; Informática.
Opção "C": Artes Visuais e Cénicas	Tronco comum; Desenho e Geometria; Descritiva; Física e Educação Visual;	Arquitetura; Belas artes; Engenharia Civil; Engenharia Eletrónica; engenharia elétrica; Engenharia Mecânica; Engenharia Informática

Fonte: Decreto nº: 01/2013 do Ministério da Educação

Fatores associados a escolha da área de estudo

A escolha da área de atuação é uma decisão importante na vida de um indivíduo. NUNES (2014) constatou que corresponde o início de uma possível carreira profissional dentro da área escolhida. Tal escolha está associada a diversos fatores motivacionais que induzem o indivíduo a escolher determinada área (NUNES, 2014). MAGRI (2011), SOARES (2002), PINHEIRO e SANTOS (2010) identificaram motivacionais que guiam a seleção de uma área de conhecimento incluindo:

(i) **Fatores Políticos -** A política governamental em Moçambique e seu posicionamento perante à educação, em especial ao ensino médio, ensino profissionalizante e universitário.

(ii) **Fatores Económicos -** O mercado de trabalho, a queda do poder aquisitivo possibilidade ou não de arcar com os custos dos estudos, seja a mensalidade, custos com moradia em outra província) desemprego, falta de planeamento económico. BOMTEMPO *et al.* (2012) afirmam que na escolha de uma determinada área de atuação é comum observar-se os seguintes aspetos: mercado de trabalho, procura pela mão-de-obra, salários, prestígio, e estabilidade com perspectivas de no futuro ter um bom emprego, ter um rendimento satisfatório.

(iii) **Fatores Sociais -** A escolha da área de atuação constitui o reflexo da influência da cultura e da sociedade. A classe social, oportunidades de edu-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

cação, família, religião, raça e nacionalidade, são vistos como determinantes na escolha individual (BOMTEMPO *et al.*, 2012. Assim, o adolescente realiza seu desejo dentro daquilo que o meio lhe permite escolher. A cultura e a sociedade onde vive são elementos que o conduzem na formação dos objetivos vocacionais. A escolha ocupacional ocorre dentro de uma relação de profissões compatíveis com a classe social a que pertencem. Na preceptiva de BOMTEMPO *et al.* (2012), os fatores sociais limitam a escolha do indivíduo, visto que as opções oferecidas são restringidas em função destes fatores, que em algum momento constituem impedimento, acarretando muitas dificuldades se o indivíduo escolher uma área que esteja fora dos seus padrões sociais.

(iv) **Fatores Educacionais -** O sistema de ensino operante, à falta de investimento do poder público na educação, à necessidade e aos prejuízos da seleção dos alunos a fazerem parte do ensino público. O ensino médio público passou a ser privilégio de uma parcela cada vez mais reduzida da população, proveniente das camadas economicamente mais favorecidas (MAGRI, 2011; SOARES, 2002) .

(v) **Fatores Familiares -** A busca da realização das expectativas familiares em detrimento dos interesses pessoais. A família é a célula social responsável pela transmissão da ideologia dominante, dos valores morais, dos pensamentos e da cultura. O indivíduo busca satisfazer as expectativas da família, realização de sonhos não conquistados pelos pais ou parentes, continuação do legado profissional da família e continuidade de gerações (SANTOS, 2005). O jovem considera não só os seus conhecimentos, assim como os conhecimentos e projetos dos pais, onde é comum o processo de identificação com a profissão de algum familiar, pois a história familiar é um ponto de partida para a construção de conceitos que os jovens têm de si mesmo, assim como para a compreensão de suas aptidões (SANTOS, 2005).

(vi) **Fatores Psicológicos -** Os interesses, às motivações, às habilidades e às competências pessoais, à compreensão e conscientização dos fatores determinantes versus a desinformação à qual o aluno está submetido. Nessa perspectiva, os alunos buscam ambientes e vocações que lhes permitam

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

exercer suas habilidades e capacidades, expressar suas atitudes e valores. A percepção e a característica do aluno dependem de situações pelas quais passou durante a sua vida. Sendo assim, cada aluno tem características diferentes, possuindo uma personalidade única a qual interfere em suas escolhas. Segundo BOMTEMPO (2005), a preferência de indivíduos por uma ocupação e os conflitos dessa escolha, são motivados pela satisfação de necessidades e desejos, criados pelas experiências vivenciadas nos primeiros anos de vida.

Materiais e Métodos

Testes e Técnicas Estatísticas

Análise Fatorial

Aplicou-se a Análise Fatorial para resumir 32 variáveis em um número menor de variáveis chamados fatores. Segundo HAIR *et al.* (2009), a análise fatorial, por fornecer uma visão muito direta das inter-relações entre variáveis e a estrutura subjacente dos dados, é um excelente ponto de partida para muitas outras técnicas multivariadas. Da perspectiva do resumo de dados, a análise fatorial fornece ao investigador uma clara compreensão sobre quais variáveis podem atuar juntas e quantas variáveis podem realmente ser consideradas como tendo impacto na análise. REIS (2001) firma que ao resumir os dados, a análise fatorial (AF) obtém dimensões latentes que, quando interpretadas e compreendidas, descrevem os dados em um número muito menor de conceitos do que as variáveis individuais originais. A redução de dados pode ser conseguida calculando escores para cada dimensão latente e substituindo as variáveis originais pelos mesmos. A interpretação dos fatores de uma AF é feita por meio dos pesos ou cargas fatoriais, que expressam as covariâncias entre cada fator e as variáveis originais. Elas podem ser cargas rotacionadas ou não rotacionadas, porém, as cargas rotacionadas são geralmente empregadas na interpretação fatorial a menos que a redução de dados seja o único objetivo (HAIR *et al.*, 2009).

Conforme apresentado, e para a efetividade da Análise Fatorial no resumo das 32 variáveis em um número menor de fatores, observou-se os seguintes pressupostos: a qualidade das correlações entre as variáveis através do Teste de Kaiser-Meyer-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

-Olkin (KMO); o pressuposto da matriz das correlações ser identidade, através do Teste de Esfericidade de Bartlet e por fim a consistência interna dos fatores, testada através do Alfa de Cronbach. A decisão do número de fatores a reter na análise foi obtida usando o critério de percentagem da variância, com o objetivo de garantir a significância prática dos fatores, explicando pelo menos 60% da variância total. Após a extração dos fatores, agrupou-se as variáveis de cada fator e a atribuiu-se a nomenclatura, tendo sido agrupadas de forma decrescente, de acordo com as suas cargas fatoriais.

Teste de Independência do Qui-Quadrado

AGRESTI e FINLAY (2009) recomendam a utilização do teste de independência quando os dados da investigação se apresentam sob forma de frequências em categorias discretas. Para se aplicar este teste de hipótese, recorre-se à estatística de Qui-quadrado para determinar se duas variáveis são independentes. A representação das frequências observadas, nesse caso, pode ser feita por meio de uma tabela de contingência. No caso deste trabalho, uma vez que os fatores identificados pela Análise Factorial são variáveis qualitativas e a área de estudo também é variável qualitativa que define três grupos (área A, área B e área C), para as quais se pretende verificar a relação de dependência, aplicou-se o teste do Qui-quadrado (χ^2) para verificação da associação.

Regressão Logística

HILL (2005) conceituou regressão logística para diferenciar dois grupos de casos, ou seja, o que diferencia dois níveis de uma variável dependente categórica com base num conjunto de variáveis independentes. GONÇALVES (2013), acrescenta ainda que a regressão logística é utilizada em situações nas quais pretende-se saber se o indivíduo possui ou não determinada característica em estudo. O Modelo de Regressão Logística pode ser generalizado de modo que a sua variável aleatória dependente apresente mais de duas categorias. Nesse caso, chama-se Regressão Logística Policotómica ou Regressão Logística Multinomial (MUAUALO, 2013).

O Modelo de Regressão Logística Multinomial foi utilizado para estimar a probabilidade do aluno pertencer a uma três áreas de estudo, uma vez que este modelo

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

considera $p+1$ variáveis explicativas (factores) denotadas por $X=(X_0,X_1,X_2,\ldots,X_p)$ e uma variável aleatória dependente Y (área de estudo) de natureza nominal policotómica que pode assumir as Áreas $j=0,1,2,\ldots,q$. A probabilidade da variável dependente Y tomar o valor de qualquer uma das $q+1$ areas da Regressão Logística Multinomial é dada por:

$$P(Y=0|X)=\frac{e^{(\beta_{00}+\beta_{01}X_1+\cdots+\beta_{0p}X_p)}}{e^{(\beta_{00}+\beta_{01}X_1+\cdots+\beta_{0p}X_p)}+\ldots+e^{(\beta_{q0}+\beta_{q1}X_1+\cdots+\beta_{qp}X_p)}}$$

$$P(Y=1|X)=\frac{e^{(\beta_{10}+\beta_{11}X_1+\cdots+\beta_{1p}X_p)}}{e^{(\beta_{00}+\beta_{01}X_1+\cdots+\beta_{0p}X_p)}+\ldots+e^{(\beta_{q0}+\beta_{q1}X_1+\cdots+\beta_{qp}X_p)}}$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

$$P(Y=q|X)=\frac{e^{(\beta_{q0}+\beta_{q1}X_1+\cdots+\beta_{qp}X_p)}}{e^{(\beta_{00}+\beta_{01}X_1+\cdots+\beta_{0p}X_p)}+\ldots+e^{(\beta_{q0}+\beta_{q1}X_1+\cdots+\beta_{qp}X_p)}}$$

Para MUAUALO (2013), o Modelo de Regressão Logística Multinomial consiste num conjunto de k modelos logísticos corrigidos. Dado que o sistema é indeterminado, é necessário normalizá-lo relativamente a uma categoria da variável dependente (área de estudo), e um dos coeficientes referentes a uma das áreas tem de ser igualado a zero. Desse modo, as chances de ocorrer uma das categorias da variável dependente em relação à área de referência "Matemática e Ciências Naturais" (0) são:

$$\frac{P(Y=1|X)}{P(Y=0|X)}=e^{(\beta_{10}+\beta_{11}X_1+\cdots+\beta_{1p}X_p)} \ldots\ldots\ldots \frac{P(Y=q|X)}{P(Y=0|X)}=e^{(\beta_{q0}+\beta_{q1}X_1+\cdots+\beta_{qp}X_p)} \qquad (1)$$

Porém, a razão das chances relativo à categoria de referência "Matemática e Ciências Naturais" é calculada da seguinte maneira:

$$e^{(\beta ci)}=\frac{P(Y=c|X_i=x_i+1)/P(Y=0|X_i=x_i+1)}{P(Y=c|X_i=x_i)/P(Y=0|X_i=x_i)} \qquad (2)$$

Onde: $c(c=1,\ldots,q)$ é a categoria da variável "área de estudo" relativamente aos fatores identificados através da AF $i(i=1,\ldots,p)$.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Fez-se o diagnóstico do MRL do presente estudo de acordo com HOSMER e LEMESHOW (2000). Assim, no MRL verificou-se a significância dos parâmetros e o ajuste do mesmo modelo através dos testes de razão de verossimilhança e Deviance, respetivamente. As análises descritivas, as variáveis qualitativas e quantitativas foram apresentadas por meio de tabelas de dupla entrada, gráficos de barras e gráficos circulares de frequências.

A realização deste trabalho envolveu também a revisão da bibliografia e coleta de dados obtidos por meio de um questionário de 45 perguntas. As perguntas foram distribuídas em três grupos, respetivamente: Dados sócio demográficos; Área que frequenta, meios de informação; e Motivação da escolha da área de estudo.

As motivações da escolha da área de estudo, são avaliadas com base numa escala de Likert de 5 pontos, onde o primeiro (1°) corresponde a uma discordância total, o segundo (2º) em discordâncias parcial, o quarto (4º) concordância parcial com a afirmação e o 5 corresponde a uma concordância total com a mesma. Uma resposta neutra (não concordo nem discordo) corresponde a uma pontuação de 3 pontos. A recolha de dados foi realizada no período de 16 de agosto de 2019 a 13 de setembro de 2019.

A população para este estudo é constituída, por todos alunos que frequentavam a décima primeira classe, ensino presencial, período laboral na Escola Secundária de Manhiça no ano letivo de 2019. Totalizam cerca de 624 alunos, sendo que 199 frequentam a Área A, 349 frequentam a Ária B e os outros 76 frequentam o Ária C. Optou-se por esta população por ser mais adequada, pela facilidade de obtenção da informação, uma vez que a Direção Pedagógica, o corpo docente e os alunos mostraram-se interessados em colaborar nesta investigação.

Segundo TRIOLA (1999), conhecendo-se o número de alunos que frequentavam a 11ª Classe na Escola Secundária de Manhiça em 2019, a fórmula usada para determinar o tamanho da amostra é:

$$n = \frac{N\left(Z_{(1-\alpha/2)}\right)^{\angle}\hat{p}(1-\hat{p})}{\varepsilon^2(N-1)+\left(Z_{(1-\alpha/2)}\right)^2\hat{p}(1-\hat{p})} \quad (3)$$

Onde: n – é o tamanho da amostra; $\mathcal{E}$ – é o erro de estimação; $Z_{(1-\alpha/2)}$ – é o valor crítico obtido na tabela de probabilidade acumuladas da distribuição normal; $\hat{p}$ – é a proporção de alunos da ESM que não foram orientados no processo da escolha da área de estudo; $(1-\hat{p})$ – proporção complementar; e N – é o tamanho da população em estudo.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Crespo (1998), afirma que se a fórmula (1) exige $\hat{p}$ como estimativa da proporção mas se tal estimativa não for conhecida, substitui-se $\hat{p} = 0.5$ e $\hat{q} = 0.5$. Assim, usando o nível de confiança de 95% correspondente a Z=1.96, tamanho da população de 624 alunos e um erro de estimação de 0.06 obtém-se um tamanho de amostra de 187 alunos distribuídos de forma estratificada e proporcional por cada turma, como apresenta a Tabela 2.

Tabela 2: Tamanho da amostra por estrato

Turma	População (alunos)	Amostra (alunos)
11ª – 1, Área A	100	30
11ª – 2, Área A	99	30
11ª – 3, Área B	84	25
11ª – 4, Área B	86	26
11ª – 5, Área B	91	27
11ª – 6, Área B	88	26
11ª – 7, Área C	76	23
Total	624	187

Foi usado um processo de amostragem estratificada, onde considerou-se cada uma das turmas indicadas na Tabela 2 como estrato da população. De forma a encontrar o número de alunos a serem inquiridos em cada turma, aplicou-se alocação proporcional. Em cada turma, a seleção de cada aluno foi feita de forma aleatória, onde todos tiveram a mesma chance de serem escolhidos para fazer parte da amostra.

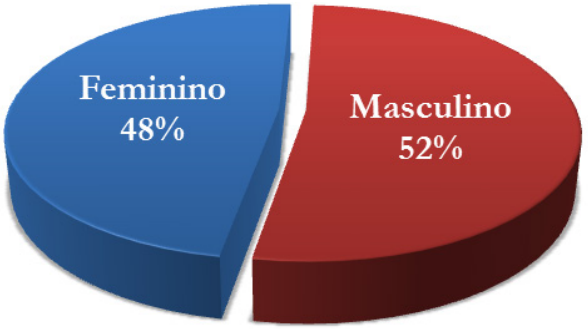
A análise de dados foi realizada com auxílio do *Software R* na versão 3.5.1 e *Software SPSS* (Statistical Package for Social Sciences) versão 20. Todas as análises foram feitas a um nível de significância de 5% e para efeitos de avaliação da regra de decisão, usou-se um p-valor associado à estatística do teste.

Resultados

Os resultados da análise descritiva indicaram 52% de alunos do sexo masculino e 48% do sexo feminino (Figura 1). As idades dos inquiridos variam de 15 a 20 anos, sendo que 48.5% têm 16 anos e 1.2% têm 20 anos de idade. A idade média dos alunos entrevistados é de 17 anos. Metade dos alunos (50%) têm idade inferior a 16 anos e os outros têm idade igual ou superior a 16 anos (idade mediana).

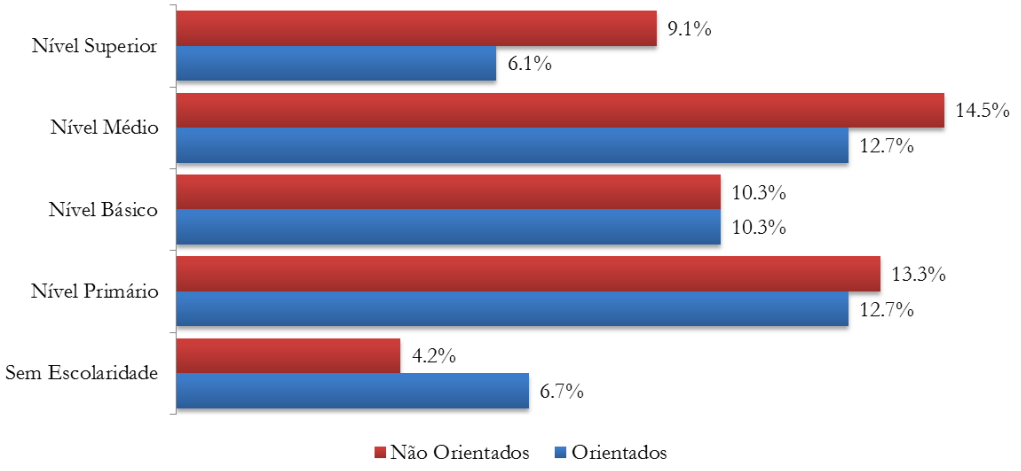
Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Figura 1: Distribuição de frequências dos alunos inquiridos por sexo



De acordo com os resultados do inquérito apresentados na Figura 2, o nível de escolaridade dos pais e encarregados de educação versos orientação dos filhos na escolha da área de estudo, verificou-se que cerca de 6.7% dos filhos de pais sem escolaridade passaram por uma orientação e 4.2% não foram orientados. A percentagem de filhos não orientados e orientados pelos seus encarregados de educação com nível básico é de 10.3%, respetivamente. Para os pais e os encarregados de educação com nível superior a percentagem de filhos orientados é de 6.1% e a de filhos não orientados é de 9.1%. As percentagens apresentadas, deduzem que quanto maior for o nível de instrução dos pais e encarregados de educação, o nível de acompanhamentos dos educandos tende a diminuir.

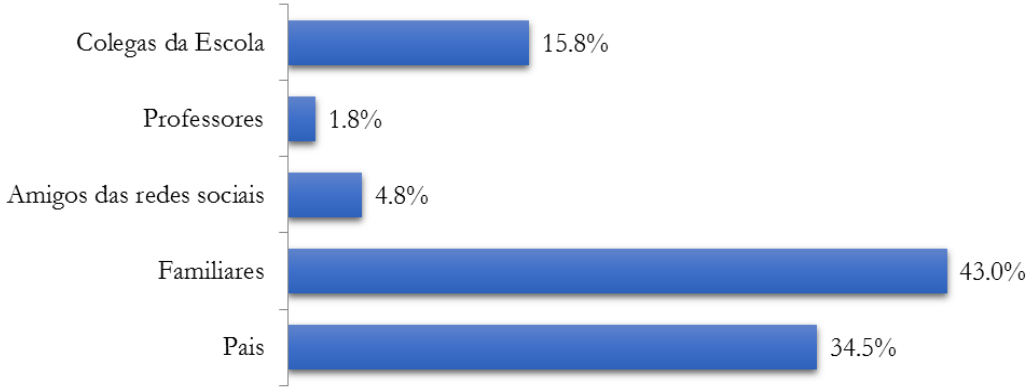
Figura 2: Distribuição dos pais, encarregados de educação por nível académico versos orientação dos filhos na escolha da área de estudo



Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Em relação a pessoa com quem os alunos dialogavam sobre o futuro profissional, encontrou-se cerca de 43.0% (71) dos dialogavam com seus familiares, 34.5% (57) dos alunos conversam com os seus pais, e a menor percentagem é dos alunos que dialogavam com os seus professores 1.8% (2) (Figura 3).

Figura 3: Distribuição de frequência dos alunos por individuo com quem dialogavam sobre o futuro profissional



Relativamente ao curso pretendido pelos entrevistados e se tem um membro da família que abraçou a mesma área de formação, constatou-se que 58.2% (96) dos alunos tem um membro da família que abraçou a mesma área de formação e os restantes 41.8% (69) afirmaram que nenhum membro da família fez um curso igual ao que pretendem fazer. Cerca de 32% (54) pretendem fazer o curso de Medicina, seguidos dos que pretendem fazer o curso de Direito (13.3%), e a menor percentagem é dos alunos que pretendem fazer o curso de Marketing e Engenharia Agronómica, com 1.2% (2) (Tabela 3).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Tabela 3: Curso pretendido pelo aluno versos existência de um membro da família que abraçou a mesma área de formação

Cursos	Familiar que fez o Mesmo Curso		Total
	Sim	Não	
Serviços de proteção	6.1% (10)	4.8% (8)	10.9% (18)
Engenharia Informática	1.8% (3)	0.6% (1)	2.4% (4)
Engenharia Mecânica	3.0% (5)	1.8% (3)	4.8% (8)
Engenharia Agronómica	1.2% (2)	0.0% (0)	1.2% (2)
Engenharia Elétrica	1.8% (3)	1.2% (2)	3.0% (5)
Engenharia Civil	2.4% (4)	0.6% (1)	3.0% (5)
Maquinista	0.0% (0)	1.8% (3)	1.8% (3)
Ciências Económicas e Empresariais	1.8% (3)	2.4% (4)	4.2% (7)
Marketing	1.2% (2)	0.0% (0)	1.2% (2)
Direito	5.5% (9)	7.9% (13)	13.3% (22)
Veterinária	0.6% (1)	1.2% (2)	1.8% (3)
Medicina	24.2% (40)	8.5% (14)	32.7% (54)
Arquitetura	1.2% (2)	5.5% (9)	6.7% (11)
Jornalismo	3.0% (5)	2.4% (4)	5.5% (9)
Professor	4.2% (7)	3.0% (5)	7.3% (12)
Total	58.2% (96)	41.8% (69)	100% (165)

O teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) que identifica o grau de inter-correlações entre as variáveis apresentou um resultado igual a 0.756. Este resultado indica que existe uma correlação média entre as variáveis. O p-valor associado à estatística do teste de esfericidade de Bartlett é igual a 0.000, o que infere a existência de correlação entre algumas variáveis (Tabela 4). Com esta correlação e o nível de significância rejeita-se a hipótese de que a matriz das correlações na população é identidade. Tanto o teste de KMO como o teste de esfericidade de Bartlett permitem prosseguir com a Análise Fatorial.

Tabela 4: Teste de KMO e de Esfericidade de Bartlett

Kaiser-Meyer-Olkin		0.75556
Bartlett's test	Chi-square	642.45
	Df	31
	P – valor	0.0000

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

O critério de variância mínima explicada sugere uma solução de 9 fatores, e tais fatores explicam cerca de 61.063% da variância das variáveis originais.

A nomenclatura atribuída aos 9 fatores extraídos são: Falta de orientação vocacional para uma perspectiva futura; Influência dos pais, encarregado de educação; Influência de familiar bem-sucedido pelos estudos; Facilidade de aprendizagem e demanda do mercado de trabalho; Pré-orientação vocacional dos alunos para uma perspectiva futura; Falta de vagas para outras opções; Habilitado para área e curso pretendido; Interesse do aluno pela área; e Disponibilidade de um explicador e formação dentro do distrito.

Os valores do teste de Alpha de Cronbach patentes na Tabela 5 são superiores a 0.6, indicando desta forma uma consistência interna aceitável entre as variáveis que compõem cada fator.

Tabela 5: Teste de consistência interna para nove fatores retidos

Factor	Número de variáveis	Alpha de Cronbach
1	7	0.88
2	4	0.74
3	2	0.82
4	3	0.63
5	4	0.68
6	2	0.63
7	2	0.72
8	2	0.65
9	2	0.61

Com o p-valor associado a estatística do Qui-quadrado a um nível de significância de 5%, constatou-se que apenas dois fatores apresentam um p-valor inferior a este, conforme lustra a Tabela 6. Deste modo, pode se afirmar que há evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula, ou seja, Habilidade para área e curso pretendido; e Disponibilidade de um explicador e formação dentro do distrito, são os fatores que mais influentes na escolha da área de estudo.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Tabela 6: Verificação dos fatores influentes na escolha da área de estudo aplicando o teste de Qui-quadrado

Fatores	Qui-quadrado	df	P-valor
Falta de orientação vocacional para uma perspectiva futura	4.4710	8	0.8123
Influência dos pais, encarregados de educação	7.8262	8	0.4506
Influência de familiar bem-sucedido pelo estudo	7.1747	8	0.5179
Facilidade de aprendizagem e demanda do mercado de trabalho	8.6862	8	0.3695
Pré-orientação vocacional dos alunos para uma perspectiva futura	7.9787	8	0.4356
Falta de vagas para outras opções	7.4585	8	0.4881
Habilitado para área e curso pretendido	**15.707**	**8**	**0.0369**
Interesse do aluno pela área	8.4995	8	0.3863
Disponibilidade de um explicador e formação dentro do distrito	**15.699**	**8**	**0.0465**

Tomando em consideração os resultados da Tabela 7 constatou-se que o subconjunto dos fatores que determinam com maior significância estatística a escolha da área de estudo, pelos alunos da Escola Secundária de Manhiça é: Facilidade de aprendizagem e demanda do mercado de trabalho; Interesse do aluno pela área; e Disponibilidade de um explicador ou formação dentro do distrito. Ainda na Tabela 7, estão patentes os expoentes das estivas do modelo, neste caso as razões de chance de se verificar mudanças nas categorias da variável resposta.

Tabela 7: Modelo de regressão logística multinomial

	Área A	*Área C*	*exp (Área A)*	*exp (Área C)*
(Intercept)	-0.6923129	-18.279059	0.5004173	0.1607498
Fator 4	0.36188741	-0.02303606	14.360372	0.9772272
Fator 8	0.2053443	-0.5511727	12.279477	0.5762736
Fator 9	0.3412425	-0.5421913	14.066943	0.5814727

Tomando como referência o grupo B, a probabilidade de um aluno da Escola Secundária da Manhiça (ESM) se inscrever para o grupo A é dada pela expressão 11, para se inscrever no grupo C é dada pela expressão 13 e a probabilidade de se inscrever para o grupo de referência (grupo B), é dada pela expressão 12.

A estatística de teste da razão de verossimilhança é apresentada na Tabela 8, a um nível de significância de 5%. O teste sugere que os modelos apresentados na Tabela 7 são estatisticamente significativos. Na Tabela 9, o resultado mostra que existem evidências suficientes para afirmar que os modelos se ajustam aos dados já que a sua probabilidade não é significativa.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Tabela 8: Teste de razão de verossimilhança

Qui-quadrado	df	P-valor
87.80631	3	5×10^{-7}

Tabela 9: Teste de ajustamento para o modelo de RLM

Qui-quadrado	df	P-valor	AIC
87.80631	161	0.9999995	305.8126

Discussão dos resultados

Os resultados da análise descritiva indicam que 52% dos alunos inquiridos são do sexo masculino e 48% do sexo feminino concordando com a tendência das estatísticas gerais apresentadas pelo MINED (2018). O aumento da população estudantil do ESG2 foi reportado também por LANGA (2017), MÁRIO *et al.* (2003) e MIGUEL *et al.* (2020), como fonte de competição das instituições do ensino superior em Moçambique. Estes trabalhos apresentam um debate sobre o ingresso de estudantes do ensino secundário ao ensino superior e são consensuais que a maior percentagem de estantes que frequentam e graduam nas universidades públicas e privadas são do sexo masculino.

Uma representação contrária foi encontrada por NETO *et al.* (2016) que constatou que 69% do sexo feminino no Brasil. Esta representação percentual do sexo feminino estava relacionada, a grosso modo, aos fatores que influenciam na escolha do curso superior por parte dos alunos do ensino médio. A diferença das duas representações femininas pode estar relacionada as diferentes condições e as características das duas populações, a diferença do tipo de ensino, a diferença da gestão educacional e as políticas educacionais, as diferenças da cultura e as visões sociais sobre a escolaridade.

Os resultados da análise mostram que 6.7% dos filhos de pais sem escolaridade da escola secundária da Manhiça tiveram uma orientação na escolha da área de estudo e 4.2% não foram orientados. Por outro lado, 6.1% dos filhos de pais com nível superior foram orientados enquanto 9.1% não tiveram acesso a orientação na escolha da sua área de conhecimento.

Os resultados encontrados indicaram 43% dos pais com afinidade de dialogar com seus filhos sobre o futuro profissional. Esta representação percentual é consen-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

sual com a Constituição de MAGRI (2011) quando definiu a família como a célula social responsável pela transmissão da ideologia dominante, dos valores morais, dos pensamentos e da cultura. Adicionalmente, cerca de 34.5% dos alunos mostraram sua afinidade de dialogar com seus pais sobre o futuro profissional. NETO *et al.* (2016) afirmam que isso deve-se ao facto dos filhos tenderem a se inspirar em seus pais e consequentemente dão continuidade ao legado profissional que os mesmos deixam, baseado em sua estabilidade e suas realizações.

No que se refere aos alunos que dialogavam com seus professores, o resultado indicou cerca de 2% que fazem parte desse grupo. NETO *et al.* (2016) salientam que o professor, naturalmente, se encontra numa posição em que ele tem mais condições de influenciar do que os amigos, já que exerce um papel de educador. No entanto, ao que parece o professor não aproveita essa situação para motivar seus alunos a selecionar as opções adequadas aos seus sonhos.

Reforça-se que mais que a metade dos inquiridos (58.2%) afirmaram existir um membro da família que abraçou a mesma área de formação. Esse resultado é concordante com o de SANTOS (2005), que assegura que o jovem considera não só os seus conhecimentos, assim como os conhecimentos e projetos dos pais, onde é comum o processo de identificação com a profissão de algum familiar. A história familiar constitui ponto de partida para a construção de conceitos que os jovens têm de si mesmo, assim como para a compreensão da sua aptidão.

Conforme apresentado, o KMO como uma medida de homogeneidade entre as variáveis, que compara as correlações simples com as correlações parciais observadas entre as variáveis, é usado para avaliar a adequação da aplicação da Análise Fatorial dependendo do seu valor. Dessa forma, o resultado obtido neste estudo 0.75556 ($\approx$ 0.8) sugere que a recomendação à Análise Fatorial é exequível e satisfatória. O teste de Esfericidade de Bartlett apresentou um p-valor=0.0000 o que sugere que as variáveis estão correlacionadas significativamente.

Conforme a técnica de Análise Fatorial e teste do Qui-quadrado adotados neste trabalho, os fatores determinantes e associados significativamente a escolha da área de estudo em alunos da ESM são: Habilidade para área e futuro vocacional e Disponibilidade de um explicador e formação local. Alguns estudos, como o realizado por BOMTEMPO *et al.* (2012), concordam com os resultados da técnica, segundo estes, o adolescente realiza seu desejo dentro daquilo que o meio lhe permite escolher. A cultura e a sociedade onde vive são elementos que o conduzem na formação

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

dos objetivos vocacionais. A escolha ocupacional ocorre dentro de uma relação de profissões compatíveis com a classe social a que pertencem.

O fator Habilidade para área e curso pretendido, enquadra-se nos fatores psicológicos mencionados por MAGRI (2011) e SOARES (2002). Esses autores afirmam que os interesses, às motivações, às habilidades e às competências pessoais, à compreensão e a desinformação à qual o sujeito está submetido, são determinantes na escolha da área vocacional. Sendo que as pessoas tendem sempre a buscam ambientes e vocações que lhes permitam exercer suas habilidades e capacidades de expressar suas atitudes e valores.

Conclusões

Em relação aos aspetos sociodemográficos, constatou-se que mais que a metade dos alunos inquiridos eram do sexo masculino (52%), as idades dos mesmos variam de 15 a 20 anos, sendo que a maioria tem 16 anos e a idade média é de 17 anos. Quanto maior for o nível de instrução dos pais e encarregados de educação menor é atenção despendida aos filhos.

A utilização da técnica da Análise Fatorial permitiu identificar fatores determinantes na escolha da área de estudo de alunos da Escola Secundária de Manhiça, nomeadamente: Falta de orientação vocacional para uma perspectiva futura; Influência dos pais e encarregados de educação; Influência de familiar bem-sucedido pelo estudo; Facilidade de aprendizagem e demanda do mercado de trabalho; Pré-orientação vocacional dos alunos para uma perspectiva futura; Falta de vagas para outras opções; Habilitado para área e curso pretendido; Interesse do aluno pela área; e Disponibilidade de um explicador e formação local. Os nove fatores acima juntos explicam 61.063% da variação total na escolha da área de estudo.

De entre os nove (09) fatores identificados, dois (02) são os que mais influenciam na escolha da área de estudo, nomeadamente: Habilitado para área e curso pretendido; e Disponibilidade de um explicador e formação local. Avaliando a influência da variação da área de estudo com a o interesse do aluno ter facilidade de aprendizagem e demanda do mercado de trabalho, mantendo o resto das variáveis constantes: a chance do aluno frequentar a área A aumenta 14.36 vezes e para frequentar a área C aumenta 0.98 vezes.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Os resultados encontrados neste estudo irão auxiliar os decisores de políticas educacionais do ESG2, em Moçambique, a formular metodologias viáveis e orientadoras para minimizar escolhas aleatórias de áreas de conhecimento dos alunos novos ingressos. Recomenda-se aos gestores das escolas secundárias, aos pais e encarregados de educação a: capacitar os funcionários em matérias de orientação de alunos na escolha da área de estudo; incentivar os pais e encarregados de educação a dar o devido acompanhamento aos filhos no processo de ensino aprendizagem; e advertir os alunos a se informar dos cursos pretendidos para uma melhor escolha da área de estudo.

Agradecimentos

Agradecemos aos docentes e corpo administrativo da Escola Secundária de Manhiça (ESM) assim como aos alunos que frequentavam a 11ª classe, no período laboral em 2019, que possibilitaram a recolha de dados para o estudo. Ao Departamento de Matemática e Informática (DMI) da Universidade Eduardo Mondlane pela disponibilidade dos gabinetes no processo de análise e processamento dos dados. Agradecemos aos revisores anónimos que auxiliaram na melhoria da última versão do trabalho.

Analysis of determining factors in the choice of study area in the 2nd cycle (ESG2), Manhiça – Mozambique

Abstract

The educational reforms of secondary education in Mozambique subdivided the second cycle into three areas of knowledge - Communication and Social Sciences (Group A), Mathematics and Natural Sciences (Group B), and Visual and Performing Arts (Group C). These subdivisions challenge new entrants in choosing areas of knowledge aimed at their professional projection. In an attempt to understand these challenges, an analysis of conditioning factors in the choice of the area of knowledge by the new entrants in the second cycle of the Manhiça Secondary School (MSS) in Mozambique was carried out. A 45-question questionnaire series was used to interview 165 day shift students of grade 11, presential period between August 16 and September 13, 2019. Multinomial Factor Analysis and Logistic Regression was used to analyze the series of data collected. Multinomial Logistic Regression estimated the probability of the student belonging to one of the three areas of performance of secondary education in the second cycle (SESC). The results of the descriptive analysis indicated 52% of male students and 48% of female students. Some of them, 6.7% whose parents have no education, had an orientation in choosing the study

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

area and 4.2% were not oriented. On the other hand, 6.1% of the children of parents with higher education were instructed while 9.1% did not have access to guidance in choosing their area of knowledge. These results helped to identify nine factors through Factorial Analysis, namely: Lack of vocational guidance for a future perspective; Influence of parents, guardian; Influence of a successful family member through studies; Ease of learning and demand from the labor market; Vocational pre-orientation of students for a future perspective; Lack of places for other options; Enabled for area and intended course; Student interest in the area; and Availability of an instructor and local training. The results found in this work will contribute to the decision-making process to encourage parents, guardians to give proper follow-up to their children and to warn students to inform themselves about the intended courses for a better choice.

Keywords: Factor analysis; Multinomial logistic regression; Educational reforms.

Referências

AGRESTI, A. *An Introduction to Categorical Data Analize*. 2ª Edição, Florida, 2007.

AGRESTI, A. e FINLAY, B. *Statistical Methods for the Social Sciences*. 4th ed. Prentice Hall, 2009.

BOHOSLAVSKY, R. *Orientação Vocacional: a Estratégia Clinica*. 11ª Edição São Paulo: Martins Fontes, 2003.

BOMTEMPO, M. S., SILVA, D., FREIRA O. *Motivos da escolha do curso de administração de empresas por meio da modelagem de equações estruturais.* Belo Horizonte, 2012.

BOMTEMPO, M.S. *Análise dos factores de influência na escolha pelo curso de graduação em Administração: um estudo sobre as relações de causalidade, através da modelagem de equações estruturais*. Dissertação. São Paulo. 2005.

CRESPO, T. *Técnicas de Amostragem*. Lisboa, 1998.

FERREIRA, C. *Análise de Risco de Crédito com o Uso de Regressão Logística*, 2012.

FIORI, R. *Desenvolvimento emocional. In: RAPPACORT, C. R. (Org.). Psicologia do Desenvolvimento, a Idade Escolar e a Adolescência*. São Paulo. Brasil, 1982.

GONÇALVES, A. M. Regressão Logística Aplicada a Preditores de Morte. Tese de Mestrado - Universidade de Coimbra, 2013.

HAIR Jr., J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E. & TATHAM, R.L. *Análise Multivariada de Dados*. 6ª Edição, São Paulo. Brasil, 2009.

HILL, M. *Investigação por Questionário*. 2ª Edição, Lisboa. Silabo, 2005.

HOSMER, D. W. e LEMESHOW, S. *Applied Logistic Regression*. 2ª Edição, 2000.

LANGA, P. *A disconnected multi-campus system: the neoliberal expansion and fragmentation of Mozambican higher education Tertiary Education and Management*. 23 (1), 23-40. 2017. Doi: 10.1080/13583883.2016.1214286.

LOPES L. F. D. Apostila de Estatística, 2003.

MAGRI, ALINE DANUSA. *A escolha profissional e Ensino superior*, 2011.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

MÁRIO, M., FRY, P., LEVEY , L., CHILNDO, A.. *Higher education in Mozambique: a case study*. Oxford: James Currey. 2003.

MIGUEL, L.L.A.J., TAMBE, T.A.F. & da COSTA, C.S. *Examining expansion and trends in higher education in Mozambique, Africa*. *High Educ* (2021). https://doi.org/10.1007/s10734-020-00666-4.

MINED e INDE. *Plano Curricular do Ensino Secundário Geral Documento Orientador, Objectivos, Política, Estrutura, Plano de Estudos e Estratégias de Implementação*, 2007.

MINED. *Estatística da educação / education statistics levantamento escolar – 2018.* http://www.mined.gov.mz

MUAUALO, M. A. M. *Comparação da Regressão Logística e Análise Discriminante*. Dissertação de Mestrado. UFRJ-Rio de Janeiro, Brasil, 2013.

NETO, J., P. L. NASCIMENTO e C. L. FERNANDES. *Factores que Influenciam na Escolha do Curso Superior por Parte dos Alunos do Ensino Médio*. Brasil, 2016.

NUNES, C.A. Factores determinantes na escolha pelo curso de ciências contábeis em IES particulares da cidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado. São Paulo, 2014.

PINHEIRO, R. G. e SANTOS, M. R. *Factores de escolha pelo curso de Ciências Contábeis*. São Paulo, 2010.

SANTOS, LARISSA MEDEIROS MARINHO. *O papel da família e dos pares na escolha profissional*. http://dvl.ccn.ufsc.br/congresso_internacional/webroot/anais/6CCF/136_17.pdf, 2005.

SOARES, DULCE HELENA. *A escolha Profissional do jovem ao adulto*. 2ª Edição. São Paulo, 2002.

TRIOLA, M. F. *Introdução à Estatística*. 7ª Edição. Rio de Janeiro: LTC. Brasil, 1999.

TROETT, J. ETAL. *A multivariate analysis of the risk of coronary heart disease in Framinghan. Jornal of Chronic Diseases*, 1967.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Ensinar ciências por investigação em tempos de pandemia: promovendo a alfabetização científica por meio da abordagem de uma *fake news* sobre o câncer

Mariana Magalhães Monteiro*, Valéria de Souza Marcelino**

Resumo

O objetivo deste estudo foi investigar a viabilidade do Ensino por Investigação no contexto do ensino remoto, por meio da abordagem de uma *fake news* relacionada ao câncer e com o apoio de recursos tecnológicos digitais, a fim de contribuir para a promoção da Alfabetização Científica (AC) de alunos do nono ano fundamental de uma escola privada. Foi realizada uma pesquisa qualitativa, em que uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) foi elaborada e experimentada, por meio da Leitura Investigativa de um texto com informações acerca da relação entre o uso de fornos micro-ondas e o desenvolvimento de câncer, o qual foi extraido de um blog. Para desenvolver a SEI foram promovidos momentos síncronos e assincronos, com o uso do *Google Classroom*, *Google Meet* e do simulador virtual Ondas:Intro *(PhET* Colorado). Os dados coletados foram as argumentações orais e os registros escritos produzidos pelos estudantes, os quais foram analisados por meio dos Indicadores de AC propostos por Sasseron e Carvalho. Constatou-se algumas contribuições da SEI para a promoção da Alfabetização Científica, o que pode propiciar mudanças na maneira dos alunos se posicionarem frente às informações que recebem no cotidiano, levando em consideração critérios do campo científico. Tal fato aponta, que apesar dos desafios, o Ensino por Investigação é viável por meio do ensino remoto.

Palavras-chave: Ensino por Investigação; Alfabetização Científica; Tecnologias digitais; *fake news*; pandemia.

* Mestra em Ensino e Suas Tecnologias pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense - Campus Campos Centro. E-mail: mmmarimagalhaes@gmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5039-5790.

** Doutora em Ensino de Ciências pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Docente do Programa de pós graduação *strito sensu* em Ensino e suas Tecnologias do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense - Campus Campos Centro. E-mail: vmarcelino@iff.edu.br. ORCID:https://orcid.org/0000-0002-6024-3771.

https://10.5335/rbecm.v5i1.12926
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
Recebido em: 09/05/2021 – Aceito em: 05/01/2022
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

Desde de 2020, a população mundial vem enfrentando mudanças radicais em seus cotidianos, em virtude das políticas de isolamento social de combate ao contágio do coronavírus (SARS-CoV-2), responsável pela pandemia da COVID-19. Tal fato, culminou em diversos desafios de ordem social, política e econômica. Falando especificamente do Brasil, este foi um dos países mais afetados pela pandemia e o grande número de mortes pela doença tornou o cenário ainda mais desafiador (ORELLANA *et al.,* 2021).

Não bastasse essa situação alarmante, a disseminação de informações falsas – as famosas *fake news* - relacionadas a COVID-19 espalham desinformação e medo, o que atrapalha o trabalho dos órgãos envolvidos na contenção desse vírus (SOUZA JÚNIOR *et al.*, 2020). Segundo Frias Filho (2018) o termo *fake news* pode ser compreendido como toda informação, que sendo comprovadamente falsa, tem o potencial de prejudicar terceiros e que, além disso, tenha sido forjada e posta em circulação por negligência ou má-fé, no último caso, com o objetivo de obter vantagens econômicas ou gerar uma manipulação política.

Com o objetivo de entender o quanto as pessoas acreditam em informações falsas sobre o coronavírus, uma pesquisa conduzida pela Avaaz em 2020, apontou que entre os dois mil e um brasileiros entrevistados, nove em cada dez, viram pelo menos uma informação falsa sobre a doença e que sete em cada dez, acreditaram em, ao menos, um conteúdo falso sobre a pandemia (AVAAZ, 2020). Diante desse resultado, observa-se que frente às diversas informações científicas relacionadas à COVID-19 divulgadas, muitos brasileiros não conseguem distinguir as informações verdadeiras das falsas.

Além disso, outro tema relacionado à saúde que também é alvo de diversas informações falsas é o câncer. Um editorial do periódico *The Lancet Oncology,* publicado em 2018, aponta que o declínio da confiança das pessoas em relação aos médicos e o aumento da circulação de *fake news* disseminadas pela *internet* resultaram no crescimento da adoção de tratamentos alternativos e não comprovados cientificamente por pacientes com câncer (THE LANCET ONCOLOGY, 2018).

Nesse cenário, é nítida a necessidade da sociedade aprender a avaliar criticamente a veracidade das informações científicas que são divulgadas (FAÇANHA; ALVES, 2017). Tal competência é parte do processo de Alfabetização Científica, que segundo Sasseron (2014) é o uso de conhecimentos científicos em situações do dia a

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

dia que envolvem aspectos das ciências. Ainda de acordo com a autora supracitada, a Alfabetização Científica pode começar na escola e em situações formais de ensino, mas também pode se desenvolver em situações não formais, visto que é algo em contínua construção (SASSERON, 2014).

Assim, para desenvolver a Alfabetização Científica, é necessário permitir que o aluno atue em sala de aula, investigando situações e debatendo temas em grupo (SASSERON; MACHADO, 2017). Tais ações, por serem realizadas comumente por cientistas na resolução de problemas, aproximam o ensino de Ciências de uma investigação, visto que novos conhecimentos são construídos com base em resultados teóricos e empíricos, análise e confronto de ideias (SOLINO; FERRAZ; SASSERON, 2015).

Diante disso, tem-se a sequinte questão que norteia esse estudo: É viável ensinar Ciências por Investigação no contexto do ensino remoto a fim de contribuir para a promoção da Alfabetização Cientítica de estudantes concluintes do fundamental?

Nesse contexto, a fim de promover o desenvolvimento da Alfabetização Científica, entende-se que o Ensino por Investigação e a abordagem de temas contemporâneos no contexto das aulas de Ciências, auxiliem neste propósito. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar a viabilidade do Ensino por Investigação no contexto do ensino remoto, por meio da abordagem de uma *fake news* relaciona ao câncer e com o apoio de recursos tecnológicos digitais, com o intuito de contribuir para a promoção da Alfabetização Científica de alunos concluintes do Ensino Fundamental de uma escola privada.

Posto isto, este artigo está estruturado da seguinte forma: Esta introdução; o referencial teórico que aborda aspectos relacionados à Alfabeticação Científica, Ensino de Ciências por Investigação e o tema *fake news* relacionadas ao câncer nas aulas de Ciências; os procedimentos metodológicos que nortearam esta pesquisa; os resultados e discussões provenietes da implementação da proposta didática e as considerações finais da análise realizada.

O Ensino de Ciências por Investigação e o desenvolvimento da Alfabetização Científica

Dados fornecidos pelo Centro de Gestão e Estudos Estatísticos (CGEE) em 2019, acerca da percepção pública dos brasileiros sobre Ciência e Tecnologia (C&T), aponta que 62% dos brasileiros são interessados ou muito interessados em algum assunto relacionado a C&T (BRASIL, 2019a). Assim, percebe-se que há interesse

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

e valorização, por parte da população brasileira, por esse assunto, o que os torna potenciais consumidores de informações que abordem temas científicos.

No entanto, a Ciência apresentada nas escolas não reflete os aspectos da construção do conhecimento científico, nem desperta a curiosidade dos educandos, visto que segundo Milaré, Marcondes e Rezende (2014) a forma como o Ensino de Ciências vem sendo desenvolvido denuncia uma forte presença de uma concepção tradicional, em que o estudante é posto em uma posição de passividade no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que muitas das atividades propostas privilegiam a memorização e a repetição de conceitos.

Desse modo, é necessário que as escolas repensem seus currículos para o Ensino de Ciências e busquem desenvolver práticas pedagógicas que exijam a participação ativa dos alunos no processo de ensino e aprendizagem (ZOMPERO; TEDESCHI, 2018). Assim, um dos objetivos do Ensino de Ciências deve ser a promoção da Alfabetização Científica dos estudantes.

Desse modo, quando se tem por objetivo a promover a Alfabetização Científica, é necessário que a idealização, planejamento e análise das propostas didáticas sejam apoiados nos Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica (SASSERON; CARVALHO, 2008). A seguir, apresenta-se cada um dos Eixos Estruturantes, com base em Sasseron e Carvalho (2008) e uma breve descrição de cada um deles:

- *Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais* – Consiste em trabalhar com os estudantes conceitos científicos, de modo que sejam aplicados em situações do cotidiano.
- *Compreensão da natureza da Ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática* – Consiste na ideia de que ao levar em consideração a maneira como as investigações científicas são realizadas, é possível encontrar subsídios para analisar situações do cotidiano. Assim, é fundamental propor atividades que exijam a reflexão e protagonismo dos discentes.
- *Entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente* – Consiste na necessidade dos professores abordarem temas globais nas aulas de Ciências, uma vez que a Ciência e Tecnologia influenciam na vida em sociedade.

Ao considerar tais Eixos Estruturantes para o planejamento de aulas de Ciências, faz-se necessário avaliar se de fato as ações desenvolvidas promoveram a interação entre os estudantes. Assim, para averiguar esse processo, Sasseron e Carvalho (2008)

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

propõem os Indicadores de Alfabetização Científica, que são competências próprias do fazer científico. Tais indicadores foram organizados pelas autoras supracitadas em três grupos, em que cada um representa um bloco de ações que são colocadas em prática quando há algum problema a ser resolvido. Apresenta-se no Quadro 1 a descrição de cada um deles, organizados de acordo com as proposições desenvolvidas por Sasseron e Carvalho (2008).

Quadro 1: Indicadores de Alfabetização Científica

GRUPO	INDICADORES
Trabalho com os dados obtidos em uma investigação	Seriação de informações, organização de informações e classificação de informações.
Dimensões relacionadas à estruturação do pensamento	Raciocínio lógico e raciocínio proporcional.
Entendimento da situação analisada	Levantamento de hipóteses, teste de hipóteses, justificava, previsão e explicação.

Fonte: Elaboração própria com base em Sasseron e Carvalho (2008).

Assim, o ensino de Ciências deve estar focado em evidenciar o percurso realizado pelos cientistas para chegar à alguma conclusão, estimulando o debate de ideias e o pensamento crítico. Nesse contexto, o Ensino de Ciências por Investigação pode ser empregado para alcançar esse objetivo e para promovê-lo deve-se levar em consideração alguns aspectos importantes definidos por Sasseron e Machado (2017):

> **O problema:** Ao ter um problema, estimula-se o raciocínio lógico, a reflexão e a discussão, buscando os melhores métodos e procedimentos para encontrar a solução.
>
> **O papel do professor**: O professor ter a função de problematizar o conteúdo e incentivar a resolução de problemas, por meio do uso da linguagem científica.
>
> **O engajamento dos alunos:** Os alunos precisam estar motivados na resolução do problema, de modo que possam estruturar seus planos de ação.

Considerando tais aspectos e diante dos desafios presentes na sala de aula, uma atividade investigativa pode ser proposta de diversas maneiras. Uma elas, é por meio da Leitura Investigativa, que consiste na discussão e análise da compreensão dos alunos sobre um texto que aborde temas científicos. Assim, ao longo da leitura do texto, os alunos têm a oportunidade de organizar informações, levantar e testar hipóteses, construir explicações e justificativas, evidenciando o desenvolvimento da

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Alfabetização Científica (SASSERON; MACHADO, 2017). Neste trabalho, levando em consideração o contexto do ensino remoto, a atividade investigativa foi proposta por meio da Leitura Investigativa.

Além disso, as atividades com abordagem investigativa podem ser organizadas de diversas maneiras nas aulas de Ciências, como por meio das Sequências de Ensino Investigativas.

A Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

As Sequências de Ensino Investigativas, são sequências de aulas abrangendo tópicos do programa escolar, em que cada atividade é planejada com o objetivo de proporcionar aos alunos condições de trazer à tona seus conhecimentos prévios para iniciar novos, ter ideias próprias, discuti-las com os colegas e professor, para, em seguida, passar dos conhecimentos espontâneos para os científicos (CARVALHO, 2013). A SEI consiste em uma sequência com quatro atividades-chave, as quais serão apresentadas a seguir, com base em Carvalho (2013):

O problema: Tem a função de introduzir os estudantes ao tópico desejado, além de oferecer condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes ao fenômeno científico que se deseja estudar. Essa atividade deve conter as seguintes etapas: discussão em grupos pequenos de alunos, abertura das discussões com toda a turma, com a coordenação do professor e elaboração individual de um pequeno texto pelos alunos.

Sistematização do conhecimento: Consiste em repassar todo o processo de resolução do problema e o produto do conhecimento discutido nas aulas anteriores, para que os alunos tenham acesso a esse processo com uma linguagem mais formal, o que é extremamente necessário.

Contextualização social do conhecimento: O objetivo dessa etapa da SEI é propor que os alunos reconheçam a importância da aplicação do conhecimento no seu cotidiano e também pode servir para aprofundar o conhecimento.

Atividade de avaliação: Sugere-se que, ao término de cada ciclo que compõe a SEI, seja proposta uma atividade de avaliação. No entanto, é importante salientar que a forma de avaliar deve ser compatível com a metodologia de ensino utilizada.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Abordagem de *fake news* sobre o câncer nas aulas de Ciências

Segundo Cunha e Chang (2021) a Ciência é constantemente atingida pela disseminação de informações falsas, uma vez que possui conteúdos de interesse público, que ao serem largamente compartilhados influenciam a decisão de várias pessoas que se baseiam em tais informações. Como exemplo, pode-se citar as inúmeras informações relacionadas ao câncer que são disseminadas corriqueiramente, as quais tem alto poder de influência na formação da opinião pública.

Câncer é o nome dado a um conjunto de mais de 100 doenças que têm em comum o crescimento desordenado de células, a partir de mutações genéticas. As células sadias possuem instruções de como devem crescer e se dividir, porém, na presença de qualquer erro nestas instruções, pode surgir uma célula doente, que, ao se proliferar, causará um câncer (BRASIL, 2019b).

O câncer pode ter diversas causas, porém os fatores externos ou internos ao organismo contribuem para o desenvolvimento da doença. As causas externas relacionam-se ao meio ambiente e qualidade de vida do indivíduo. Já as causas internas são, na maioria das vezes, geneticamente pré-determinadas e estão ligadas à capacidade do organismo de se defender das agressões externas (BRASIL, 2019b). O tratamento convencional do câncer varia de acordo com a localização, tipo, condição clínica do paciente e extensão da doença. Assim, um médico habilitado deve escolher o tratamento mais adequado para cada contexto (BRASIL, 2019b).

No entanto, observa-se um declínio da confiança do público leigo em relação à opinião profissional, que é estimulada pelo grande fluxo de desinformação nas mídias sociais. Tal fato descaracteriza o valor dos conhecimentos produzidos pela Ciência (THE LANCET ONCOLOGY, 2018). A divulgação de *fake news* relacionadas ao câncer, de forma rápida e intensa, pode trazer graves consequências para os pacientes oncológicos que acreditam em tais notícias, o que dificulta o tratamento e agrava o já frágil quadro de saúde (INCA, 2019).

Nesse cenário, de acordo com Frias Filho (2018) o artifício mais eficiente contra a desinformação é a educação básica de qualidade, capaz de estimular o discernimento na escolha de leituras e senso crítico na forma de assimilá-las. Tais habilidades podem ser desenvolvidas nas aulas de Ciências, por meio da análise de textos extraídos da mídia, em um ambiente investigativo.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Desse modo, por meio do Ensino de Ciências por Investigação, é possível apresentar para os estudantes de que maneira uma informação pode ser manipulada e as consequências disso para a sociedade, discutir estratégias para a checagem de notícias e debater temas científicos em um ambiente investigativo, onde a curiosidade e o desenvolvimento do pensamento crítico são estimulados, com a finalidade de combater a disseminação de *fake news* relacionadas ao câncer e também de outros temas científicos.

Procedimentos metodológicos

Caracterização da pesquisa

Este artigo é fruto do recorte de uma pesquisa de mestrado e tem como objetivo investigar a viabilidade do Ensino por Investigação no contexto do ensino remoto por meio da abordagem de uma *fake news* relacionada ao câncer e com o apoio de recursos tecnológicos digitais, a fim de contribuir para a promoção da Alfabetização Científica de alunos concluintes do Ensino Fundamental de uma escola privada.

Esta pesquisa teve como público alvo 22 alunos de uma turma do nono ano fundamental de uma escola privada localizada no interior do Rio de Janeiro. Quanto a abordagem, trata-se de uma pesquisa qualitativa, uma vez que a fonte direta de dados foi o ambiente natural da aplicação da proposta e que os dados coletados foram predominantemente descritivos (LUDKE; ANDRÉ, 1986). Quanto aos procedimentos adotados, este trabalho consiste no desenvolvimento uma intervenção pedagógica (DAMIANI *et al*., 2013). A intervenção pedagógica compreende o planejamento e a implementação de interferências, que podem ser mudanças ou inovações pedagógicas, com o objetivo de produzir melhorias no processo de aprendizagem dos sujeitos participantes, seguido pela avaliação dos efeitos de tal interferência (DAMIANI *et al*., 2013).

Para avaliar os efeitos da intervenção pedagógica, os dados coletados foram as argumentações orais (trancritas das aulas gravadas) e os registros escritos produzidos pelos estudantes. Com tais dados, tivemos o intuito de analisar o desenvolvimento da Alfabitização Científica entre os alunos que participaram da pesquisa, sob à luz do aporte teórico relacioado aos indicadores de Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Assim, foi elaborada uma SEI com base nas etapas definidas por Carvalho (2013). Essa SEI, foi organizada em 6 aulas, de 50 minutos cada, que ocorreram em 3 encontros síncronos por meio do *Google Meet*. Para participar de tais aulas, os alunos foram organizados em cinco grupos. Cada grupo, recebeu inicialmente, a tarefa de investigar um texto diferente que abordava o tema câncer, com o objetivo de classificá-lo como verídico ou falso. Tais textos foram extraidos de *blogs* e *sites* da internet. Vale destacar, que para este artigo será realizado um recorte e só o trabalho realizado por um dos grupos será apresentado e analisado, por questão de espaço.

O grupo em questão, composto por cinco alunas, analisou o texto "Por que não usar microondas?"[1] extraido do blog de uma nutricionista. Tal texto, trazia diversas justificativas para convencer os leitores a não utilizarem fornos micro-ondas. Uma das justificavas, indicava o risco de se desenvolver câncer no intestino e no estômago. Nesse contexto, houve a abordagem do conteúdo de ciclo celular, divisão celular e ondas eletromagnéticas, que compõem a grade curricular da disciplina de Ciências para o nono ano do Ensino Fundamental, com base nos objetos de conhecimento, habilidades e competências presentes na BNCC (BRASIL, 2018).

Destaca-se que tal pesquisa foi submetida à avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa e aprovada sob o número do parecer 4.464.048 e registro nº CAAE 40539620.3.0000.5524.

Implementação da intervenção pedagógica

Foi prosposta uma Leitura Investigativa para iniciar o processo de investigação. Segundo Sasseron e Machado (2017) a discussão e a análise da compreensão dos estudantes após a leitura pode ser garantida por meio de perguntas. Dessa forma, além do texto a ser investigado, cada aluno integrante do grupo recebeu uma ficha com perguntas para serem respondidas antes, durante e após a leitura do texto, a fim de guir o processo investigativo.

As perguntas para serem respondidadas antes da leitura do texto, tiveram o objetivo de trazer à tona os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do tema abordado; as perguntas para serem respondidas durante a leitura do texto, tiveram o objetivo de permitir que os estudantes explorassem aspectos importantes do texto para classificá-lo como verídico ou falso e a pergunta para ser respondida após a leitura do texto, teve o objetivo de permitir que os estudantes expusessem a

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

avaliação que realizaram do texto. Tais materias foram disponibilizados por meio da plataforma *Google Classroom*.

A seguir, será apresentado no Quadro 2, as atividades propostas em cada etapa da SEI elaborada e experimentada de maneira remota no mês de março de 2021.

Quadro 2: As etapas da SEI elaborada

(continua...)

1ª Etapa – O problema
ENCONTRO 1 (2 aulas) – Encontro realizado via *Google Meet*
- Apresentação e discussão a respeito da situação do câncer no Brasil, com o auxílio de uma apresentação de slides. - Apresentação de algumas manchetes de jornais *online* para introduzir o problema a ser investigado: O grande número de *fake news* acerca do câncer que são publicadas diariamente. - Início da Leitura Investigativa, seguindo as instruções explicitadas a seguir: **1º** O grupo recebeu via *Google Classroom*, o texto "Por que não usar micro-ondas?" e a ficha para auxiliar no processo investigativo. / **2º** O grupo se retirou da chamada do *Google Meet*, para ter um momento de 20 minutos com os integrantes de seu grupo para realizar a leitura e a análise do texto, bem como responderem as questões presentes na ficha de investigação. Os alunos tiveram a liberdade de optar pela melhor maneira de realizar essa atividade em conjunto. Tal grupo optou por realizar a reunião via *Whatsapp.* / **3º** Após os 20 minutos de trabalho conjunto, o grupo retornou para a chamada do *Google Meet,* a qual a professora estava presente. Nesse momento, os alunos apresentaram as estratégias que utilizaram para analisar o texto, bem como a conclusão que chegaram acerca da veracidade do mesmo. A professora lançou algumas questões para estimular o processo investigativo e aperfeiçoar a argumentação dos estudantes. Tal momento da aula, durou em torno de 5 minutos. Em seguida, os alunos foram instruídos à enviar via *Google Classroom* as fichas de investigação preenchidas para que a professora pudesse ter acesso às produções escritas realizadas. - Após a realização da Leitura Investigativa, apresentou-se as orientações para a realização de uma atividade extraclasse: Pesquisar as porcentagens de cada fator de risco associado ao câncer e relacionar tais dados com as informações apresentadas no texto analisado. Tal atividade deveria ser feita pelo grupo e postada no mural da plataforma *Google Classroom* para que todos os alunos da turma tivessem acesso ao trabalho realizado. Além disso, os alunos foram informados de que no próximo encontro, deveriam fazer uma apresentação para toda a turma acerca do processo investigativo realizado.
2ª Etapa - Sistematização do conhecimento
ENCONTRO 2 (2 aulas) – Encontro realizado via *Google Meet*
- Apresentação do grupo para a toda a turma do processo de investigação realizado por eles na aula anterior. Ao longo da apresentação, os estudantes estabeleceram relações entre o texto investigado e a pesquisa extraclasse realizada por eles. Neste momento, foi possível perceber uma evolução na argumentação dos alunos com base nas informações pesquisadas por eles. - Apresentação de uma explicação formal pela professora acerca dos fatores de risco para o desenvolvimento do câncer. Além da explicação acerca da definição, desenvolvimento e multiplicação das células cancerígenas no organismo, relacionando essas informações com o ciclo celular e divisão celular. - A turma foi informada que no encontro seguinte, o processo de investigação continuaria e que eles teriam a chance de apresentar uma nova conclusão, com base nas informações científicas discutidas ao longo das aulas.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

(conclusão)

ENCONTRO 3 (2 aulas) – Encontro realizado via *Google Meet*
O objetivo deste encontro foi trabalhar com os alunos a relação entre as ondas eletromagnéticas e o desenvolvimento de câncer, de modo que os mesmos buscassem estabelecer relações entre os assuntos discutidos em aula e o texto que analisaram.
- Apresentação de algumas perguntas problematizadoras relacionadas à radiação e ao câncer, de modo que os alunos, pudessem expor seus conhecimentos prévios sobre o tema.
- Explicação formal acerca do conceito de Ondas na Física, com o uso do simulador virtual "Ondas: Intro"[2] disponível no portal PhET Colorado.
- Apresentação de uma explicação formal sobre o espectro eletromagnético e a aplicabilidade de cada radiação presente no espectro no cotidiano. Além da apresentação da diferença entre os termos radiação ionizante e radiação não-ionizante e a relação das mesmas com a possibilidade do desenvolvimento de câncer.
- Os alunos foram encorajados a se basearem em todas as informações tratadas ao longo das aulas para refinar ou modificar suas conclusões acerca da veracidade do texto discutido, agora utilizando conceitos científicos para justificar seus argumentos. Cada aluno deveria enviar sua resposta final, por meio da plataforma *Google Classroom* para que a professora pudesse ter acesso as mesmas.
3ª Etapa – Contextualização social do conhecimento
Foi realizada por meio da associação do problema proposto no primeiro encontro com o tema Câncer.
4ª Etapa – Atividade de avaliação
Para a avaliação dos alunos, foram levados em consideração: o engajamento individual de cada estudante com o seu grupo ao longo do processo investigativo, a realização e envio das atividades propostas nos prazos estabelecidos previamente e as interações de cada estudante nos encontros síncronos.

Fonte: Elaboração Própria.

Após o desenvolvimento da SEI, os dados coletados foram analisados com base no referencial teórico da pesquisa.

Resultados e discussões

Considerando que, segundo Sasseron (2008) as argumentações apresentadas pelos alunos ao longo das dicussões orais e as produções escritas por eles ao longo das aulas, expressam suas ideias, hipóteses e conclusões acerca dos assuntos trabalhados, esses dados foram utilizados para análise, com base nos Indicadores de Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008), com o objetivo de avaliar se de fato o Ensino por Investigação contribuiu para o desenvolvimento da Alfabetização Cientifica entre os estudantes, no contexto das aulas remotas. Além

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

disso, será apresentada uma breve análise da experiência de uso das ferramentas digitais que foram utilizadas ao longo dos encontros.

Análise das discussões orais realizadas via *Google Meet*

Para a análise das discussões orais, foi realizada a transcrição das aulas gravadas. Todos os diálogos que ocorreram nos encontros foram transcritos de forma a reproduzir o mais fielmente possível cada fala escutada. Em seguida, foram selecionadas as discussões mais relevantes ao longo de cada um dos três encontros síncronos. A seguir, apresenta-se a transcrição destas discussões e os Indicadores de Alfabetização Científica identificados em cada uma das falas dos alunos.

Encontro 1

O Quadro 3 abaixo, apresenta a transcrição do momento que o grupo retornou para a chamada do *Google Meet*, após a realização da Leitura Investigativa. Nesse diálogo, os estudantes apresentaram para a professora suas hipóteses sobre a veracidade do texto investigado.

Quadro 3: Transcrição das falas: Encontro 1

(continua...)

Falas transcritas	Indicadores de AC identificados
Professora: E aí, meninas? Como vocês fizeram a análise do texto? Vocês leram juntos?	
Aluna 1: Não, cada uma leu sozinha e depois a gente compartilhou ideias no *Whatsapp*.	
Professora: Ah sim, entendi! E aí? Sobre o texto de vocês... O que vocês acharam?	
Aluna 2: Professora, eu acho assim, ao meu ver, que esse texto aí é falso! Ele não é verdadeiro não.	Levantamento de hipóteses
Professora: E o que te faz pensar que esse texto é falso?	
Aluna 2: Porque eu acho que... Se tipo, se o micro-ondas causa câncer, não teria o porquê vender isso... e as pessoas usarem.	Raciocínio lógico Levantamento de hipóteses Previsão Justificativa
Professora: Então você acha que se fizesse mal, a indústria não iria colocar no mercado algo que fosse prejudicar as pessoas. É isso?	
Aluna 2: Isso!	
Professora: Mas vocês não viram no texto nenhuma justificativa plausível para provar o que a autora do texto disse?	

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

(conclusão)

Aluna 2: Então, pode ser que algumas coisas sejam até verdade, mas eu acho que é falso.	Levantamento de hipóteses
Professora: Aham, entendi! Alguém tem uma opinião diferente? Ou todas concordam que o texto é falso?	
Aluna 3: Olha, eu confesso que eu fiquei muito em dúvida, porque eu fui pesquisar a vida dessa mulher (se referindo à autora do texto), e essa mulher existe, ela é formada direitinho. E tem um negócio que ela falou que eu achei interessante, que ela fala que geralmente a gente usa pote de plástico, e realmente o plástico pode liberar toxinas.	Seriação de informações Organização de informações
Professora: Então para você o texto tem meias verdades. Essa parte do plástico é verdadeira. É isso?	
Aluna 3: É isso! Meias verdades, não completamente.	Levantamento de hipoteses
Professora: Ótimo! Gostei de ver que você pesquisou a vida da autora, para conhecer quem foi a pessoa que escreveu as informações. Isso é muito importante! Mais alguém quer falar? (balançaram a cabeça indicando "não") Ok! Então, agora vocês podem sair para terminar de preencher a ficha de investigação de vocês e para eu poder atender o outro grupo. Daqui a pouco a gente retorna, ok?	
Aluna 3: Tá bom!	

Fonte: Elaboração Própria.

A professora começou o diálogo buscando compreender as estratégias utilizadas pelo grupo para realizar a análise do texto. Em seguida, perguntou o que eles acharam acerca do texto como um todo. A aluna 2 inicialmente disse: *"Professora, eu acho assim, ao meu ver, que esse texto aí é falso! Ele não é verdadeiro não."* Assim, sua colocação demonstra um **levantamento de hipóteses** com base em suas opiniões pessoais sobre o assunto, uma vez que foram utilizadas expressões como: "*eu acho*" e "*ao meu ver*".

Em seguida, quando a professora a estimulou a explicar um pouco melhor seu ponto de vista, a aluna 2 continuou dizendo: *"Porque eu acho que... Se tipo, se o micro-ondas causa câncer, não teria o porquê vender isso... e as pessoas usarem."* Nesse momento, a aluna utilizou quatro Indicadores de Alfabetização Científica em sua fala: O **raciocínio lógico** e o **levantamento de hipóteses**, quando relaciona a comerciailzação dos fornos micro-ondas ao fato dos mesmos não causarem câncer. E utilizou a **previsão** e a **justificativa** para indicar que se o micro-ondas causasse câncer, não teria motivos para o mesmo ser comercializado.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Quando a professora perguntou se mais alguém do grupo gostaria de falar, em sua colocação, a aluna 3 utilizou os seguintes Indicadores: **seriação de informações** quando buscou saber mais informações sobre a autora do texto para determinar se de fato, a mesma possuia credibilidade para que seu texto fosse considerado verídico. Além disso, ela utilizou a **organização de informações** ao selecionar uma informação presente no texto - pláticos liberam toxinas quando aquecidos -, para então concluir que o texto analisado pode sim ter algumas informações verdadeiras.

Encontro 2

O Quadro 4 abaixo, apresenta a transcrição do momento que o grupo apresentou para toda a turma o processo de investigação realizado por eles na aula anterior para classificar o texto como verídico ou falso, além da relação que estabelecerem entre o texto investigado e a pesquisa extraclasse proposta na aula anterior, sobre as porcentagens dos fatores de risco para o desenvolvimento de câncer.

Quadro 4: Transcrição das falas: Encontro 2

Falas transcritas	Indicadores de AC identificados
Professora: Meninas, falem um pouco sobre o texto que analisaram e associem com a pesquisa que fizeram sobre os fatores de risco.	
Aluna 3: A gente analisou o texto, pesquisamos sobre a nutricionista que produziu o texto.. Ela realmente é formada, tem a documentação tudo certinho, o *blog* dela é real... Só que no texto..." (professora interrompe)	Organização de informações
Professora: Ah, primeiro falem para a turma qual foi o texto que vocês leram e sobre o que ele fala, porque o pessoal da turma não sabe.	
Aluna 3: Foi o texto que falava que o micro-ondas causa câncer, entre outras doenças. Fala sobre o risco do plástico, falando que as toxinas do plástico podem causar câncer e isso é realmente verdade.	Organização de informações
Professora: Beleza, agora tenta associar com a pesquisa que fizeram.	
Aluna 3: A gente fez uma pesquisa no site do INCA, inclusive eu deixei o gráfico lá no mural do *Classroom* e de 80-90% dos casos de câncer é causado pela má alimentação, junto com alguns outros fatores externos. Somente, 10-20% é causado por fatores genéticos. E por isso, a gente chegou à conclusão que o texto tem meias verdades: Nessa parte o texto está correto, o plástico pode sim ter toxinas que podem afetar a gente, mas isso não é culpa do micro-ondas propriamente dito. Não é o micro-ondas que causa o câncer e sim a toxina do plástico quando é aquecido. É isso!"	Teste de hipóteses Justificativa Explicação
Professora: Entendi! Alguém de outro grupo quer fazer algum comentário? (todos ficam em silêncio) Ok! Então vamos seguir para o próximo grupo.	

Fonte: Elaboração Própria.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Quando a professora solicita que o grupo apresente para a turma a relação que estabeleceram entre o texto investigado e a pesquisa realizada extraclasse, em sua explanação a aluna 3 utilizou vários indicadores de Alfabetização Científica para apresentar o trabalho realizado pelo grupo: Fez uso da **organização de informações**, para mostrar as etapas que seguiram para chegar à conclusão acerca da veracidade do texto investigado. Fez uso do **teste de hipóteses** ao apresentar os dados que retiram do *site* do INCA para pôr à prova as hipóteses levantadas na aula anterior. Fez uso da **justificativa** e **explicação** ao relacionar os dados obtidos por meio da pesquisa com as informações presentes no texto, para ao final concluir que o texto apresenta "meias verdades".

Encontro 3

O Quadro 5 abaixo, apresenta a transcrição do momento do início da aula, quando a professora fez algumas perguntas problematizadoras relacionadas à radiação e ao câncer, de modo que os alunos, expressaram seus conhecimentos prévios sobre o tema.

Quadro 5: Transcrição das falas: Encontro 3

(continua...)

Falas transcritas	Indicadores de AC identificados
Professora: Pessoal, vamos lá! Dessas afirmações que estão aparecendo na tela, quais vocês acham que são verdadeiras? (A professora leu cada uma das afirmações) **Afirmações que estavam aparecendo na tela:** Aquecer alimentos em vasilhas de plastico causa câncer. / Micro-ondas pode causar câncer. / Pegar Sol na praia pode causar câncer. / Tomografia pode aumentar o risco de câncer. / Ficar parado diante do micro-ondas funcionando pode causar câncer. / Celular causa câncer.	
Aluna 4: Pegar sol na praia é verdadeira.	Levantamento de hipóteses
Aluna 3: Professora... A tomografia libera radiação, não libera? Então... radiação é uma causa de câncer, então eu acho que pode ser verdade.	Raciocínio lógico Raciocínio proporcional Levantamento de hipóteses Justificativa Previsão
Professora: Beleza, então você acha que tomografia pode causar câncer por esse motivo... Mas toda radiação causa o mesmo efeito no organismo?	
Aluna 3: Mas eu não acho que a tomografia em si causa o câncer, tipo... Você não vai sair com câncer se fizer tomografia, mas aumenta o risco de desenvolver mais para frente.	Raciocínio lógico Levantamento de hipóteses Previsão

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

(conclusão)

Aluna 5: Eu concordo com (aluna 3), professora.	
Professora: Entendi. Então vocês acham que se fizer várias vezes... (aluna 5 interrompe...)	
Aluna 5: É igual raio x também... se fizer muito pode aumentar o risco de ter câncer.	Levantamento de hipóteses Previsão
Aluna 3: Sim, por isso até que o "carinha" lá, quando vai ativar o raio x, ele fica lá atrás com a roupa protegida e atrás de um negócio de vidro, porque ele trabalha com aquilo diariamente.	Raciocínio lógico Levantamento de hipóteses Justificativa Explicação
Professora: Excelente observação! Mas são todos os tipos de radiação que podem causar câncer? Esse é o desafio da nossa aula de hoje!	
Aluna 3: Eu acho que não.	Levantamento de hipóteses
Professora: Então você acha que algumas podem favorecer o desenvolvimento de câncer e outras não?	
Aluna 3: Professora, não ouvi o que você falou, porque travou aqui pra mim... (se referindo à conexão com a *internet*)	
Professora: Tudo bem! Eu perguntei se você acha que todos os tipos de radiação podem favorecer o desenvolvimento de câncer.	
Aluna 3: Pra mim, algumas sim e outras não.	Levantamento de hipóteses
Professora: Mas você sabe diferenciar quais que sim e quais que não?	
Aluna 3: Isso eu não sei...	
Professora: Então vamos juntos entender melhor sobre isso hoje!	

Fonte: Elaboração Própria.

A professora iniciou a aula fazendo diversas afirmações para que os alunos julgassem como verdadeiras ou falsas. Sobre a afirmação "Tomografia pode aumentar o risco de câncer." Em suas colocações a aula 3 utilizou vários indicadores de Alfabetização Científica: Fez uso do **raciocínio lógico** e **raciocínio proporcional** para estabelcer relações entre a radiação e o desenvolvimento de câncer por meio do uso de tomógrafos. Fez uso do **levantamento de hipóteses** para supor que a realização de exames de tomografia pode auxiliar no desenvolvimento de câncer. Fez uso da **previsão** ao relacionar a liberação de radiação pelos tomógrafos e o possível surgimento de câncer em uma pessoa e usou uma **justificativa** para reforçar sua ideia.

A aluna 5, continua a discussão dizendo: ***"É igual raio x também... se fizer muito pode aumentar o risco de ter câncer."*** Nesse momento, a aluna fez uso do **levantamento de hipóteses** e **previsão** para supor que a realização de muitos exames de raio x pode aumentar o risco de câncer.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

A aluna 3, continua: *"Sim, por isso até que o "carinha" lá, quando vai ativar o raio x, ele fica lá atrás com a roupa protegida e atrás de um negócio de vidro, porque ele trabalha com aquilo diariamente."* Nesse momento, a aluna fez uso do **raciocínio lógico** e do **levantamento de hipótese** para supor que a realização de exames de raio x pode causar câncer, uma vez que o profissional de radiologia se protege com roupas específicas e uma parede de vidro para mediar a realização do exame. Para reforçar sua ideia, a aluna fez uso da **justificativa** e **explicação** para dizer que o profissional se protege, por trabalhar exposto a radiação na região do raio x diariamente.

Análise dao registros escritos enviados via *Google Classroom*

Para a análise das produções escritas, foram utilizadas as atividades enviadas pelos estudantes por meio da plataforma *Google Classroom*. Foram selecionadas as respostas dos alunos para a pergunta "Esse texto sobre o câncer apresenta informações verdadeiras ou se trata de *fake news*?" presente na ficha utilizada por eles para auxiliar o processo de investigação no encontro 1. Além disso, também foram selecionadas as conclusões acerca da veracidade do texto, realizadas pelos estudantes ao final do encontro 3.

As produções escritas pelos alunos nesses dois momentos foram comparadas, buscando avaliar a evolução da argumentação dos mesmos ao longo do processo investigativo, bem como identificar a presença de Indicadores de Alfabetização Científica explicitas em tais produções.

Vale destacar, que das cinco alunas que compunham o grupo responsável por investigar o texto "Por que não usar microondas?", uma aluna não enviou a produção escrita proposta no encontro 1 e três alunas não enviaram a produção escrita proposta no encontro 3. Desse modo, só serão analisadas as produções escritas[3] de duas das alunas do grupo (alunas 2 e 3), visto que só dessa forma, será possível estabelecer comparações e avaliar a evolução das estudantes ao longo das aulas.

Aluna 2

A seguir, o Quadro 6 apresenta as respontas da aluna 2 em dois momentos diferentes: Ao final da Leitura Investigativa no encontro 1 e ao final do encontro 3.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Quadro 6: Respostas da aluna 2

Encontro 1	Encontro 3
"O texto tem meias verdades, existem cois que ela falou no texto que são verdades e outras que são mentiras, como o microondas, ela disse que dá cancer, e a radiação do microondas não dá cancer."	"O texto tem *fake news*, pois a radiação que o micro-ondas emite, não é capaz de calsar cancer, mas o produto que o plastico que esta no micro-ondas pode calsar cancer. A noticia não vem de um site confiavel e conhecido."

Fonte: Elaboração própria.

Percebe-se que ao final do encontro 1 a aluna classifiou o texto como possuindo "meias verdades". Nota-se que ela não apresentou argumentos para comprovar seu ponto de vista, uma vez que diz: *"existem cois que ela falou no texto que são verdades e outras que são mentiras"* sem apresentar o que ela considerou como verdadeiro e o que ela considerou como falso, neste ponto percebe-se o uso do Indicador **levantamento de hipóteses**. Ao afirmar *"como o microondas, ela disse que dá cancer, e a radiação do microondas não dá cancer."* Aqui há a presença do Indicador **justificativa**.

Já ao final do encontro 3, momento o qual os alunos haviam se envolvido com aspectos da atividade científica propostos nas aulas anteriores, a aluna mudou sua ideia inicial de que o texto possuia "meias verdades" e o classificou como possuindo *fake news*. Ele repete a **justificativa** já utilizada no encontro 1 e acrescenta a informação de que *"o produto que o plastico que esta no micro-ondas pode calsar cancer."* Além disso, a estudante afiirma que o *site* onde o texto foi publicado não é confiável e conhecido, ou seja, ele levou em consideração a fonte da informação, algo que não havia considerado no encontro 1.

Aluna 3

A seguir, o Quadro 7 apresenta as respontas da aluna 3 em dois momentos diferentes: Ao final da Leitura Investigativa no encontro 1 e ao final do encontro 3.

Quadro 7: Respostas da aluna 3

Encontro 1	Encontro 3
"Esse texto sobre o câncer causado pelo uso do microondas, em minha opinião possuí uma meia verdade quando diz a respeito das toxinas que podem ser liberado pelo plástico de vasilhas, porém todo resto eu considero como *fake news."*	"O texto afirma que o microondas causa câncer, porém de acordo com pesquisas científicas a radiação não ionizante se baseia em que quanto maior a onda menor é a energia transportada. Tendo a radiação do microondas 10^{12} Htz, a radiação que as ondas do microondas transporta é pequena, com isso, concluo que o artigo se trata de uma *fake news*."

Fonte: Elaboração própria.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Ao final do encontro 1 a aluna classifiou o texto como possuindo uma "meia verdade", ou seja, ela apresentou a mesma ideia da aluna 2. Neste ponto, há o uso do Indicador **levantamento de hipóteses**. No entanto, é possivel reparar que a aluna baseou sua resposta apenas em sua opinão pessoal sobre o assunto, não há o uso de argumentos consistentes para defender o ponto de vista apresentado.

Já ao final do encontro 3, a aluna mudou sua ideia inicial de que o texto possuia "meias verdades" e o classificou como possuindo *fake news*. Percebe-se também que em sua produção escrita há a substituição do termo *"em minha opinão"* apresentado no encontro 1 para *"de acordo com pesquisas científicas"*, ou seja, a aluna começou a reconhecer a importância dos dados científicos para se chegar à alguma conclusão. Além disso, fez uso do Indicador **justificativa** e **explicação** ao dizer *"a radiação não ionizante se baseia em que quanto maior a onda menor é a energia transportada. Tendo a radiação do microondas 10^{12} Htz, a radiação que as ondas do microondas transporta é pequena"*. Neste ponto, fica visível que a aluna conseguiu relacionar os conceitos científicos discutidos ao longo do encontro 3 para concluir que o texto apresentava uma informação falsa. Segundo Numer (2007) o câncer pode ser iniciado por radiação ionizante, que provem de materiais radioativos, que ao entrar em uma célula viva, pode ionizar os átomos que a compõem e causar problemas dentro da célula viva. Já as microondas trabalham com uma freqüência que varia entre 10^{9}Hz e 10^{12}Hz, ou seja, os aparelhos que trabalham nessa faixa de energia não possuem energia suficiente para emitir radiação ionizante e assim não podem causar alterações no DNA de um indivíduo.

Sobre o uso de tecnologias digitais ao longo das aulas

Ao longo das aulas foi utilizado o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) *Google Classroom* para permitir o compartilhamento de materias e o envio de atividades pelos estudantes. A experiência com o uso de tal AVA foi bastante positiva, pois permitiu que a professora acompanhesse o desenvolvimento das atividades e atribuísse comentários nas tarefas enviadas, além de permitir a interação aluno-aluno. Vale destacar, que também houve desafios em relação ao uso de tal AVA, sobretudo no que diz respeito a falta de comprometimento de alguns alunos, que deixaram de enviar as tarefas nos prazos combinados, o que comprometeu, em alguns momentos, a avaliação dos trabalhos realizados.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Para realização dos encontros síncronos, foi utilizado o *Google Meet*, um recurso que permite criar e participar de videochamadas. O uso do mesmo, foi fundamental para os momentos de interação ao vivo, pois permitiu o diálogo e a troca de ideais. Além de ter permitido o compartilhamento de telas, que possibilitou a apresentação de *slides* e de outros recursos, que enriqueram as aulas. Como ponto negativo, destaca-se o fato de que quando há muitas pessoas com câmeras abertas e tela sendo compartilhada, a conexão fica sobrecarregada, o que fez com que o som travasse para alguns alunos em determinados momentos das aulas.

Segundo Calheiro e Del Pino (2015) o tema Radiação costuma ser associado pelos estudantes à questões relacionadas aos malefícios à saúde e a tecnologia, temas estes recorrentes nos meios de comunicação. Ainda segundo tais autores, tal percepção superficil dos alunos deve estimular o professor no seu planejamento didático para transformar o senso comum em conhecimento científico. Nesse sentido, o uso do simulador "Ondas: Intro" do PhET Colorado para o aprendizado do conceito de Ondas na Física e a relação entre comprimento de onda, frequência e velocidade de uma onda, foi muito importante, uma vez que possibilitou aos estudantes uma maior compreensão de conceitos abstratos, visto que tal simulador permite a representação de fenômenos relacionados à Radiação de uma maneira mais clara e didática.

Considerações finais

Com base nos resultados obtidos, foi possível perceber que os alunos se engajaram na resolução do problema proposto no início da SEI, provalvelmente porque o tema abordado era relevante para eles, o que mostra a importância da escolha do problema para que os alunos se mantenham motivados no decorrer do processo investigativo.

Ao longo do desenvolvimento da SEI, foi possível perceber que, possibilitar o envolvimento dos estudantes com aspectos da atividade científica permitiu que os mesmos percebecem a importância dos dados e da análise dos mesmos para chegar à alguma conclusão. Tal constatação foi percebida ao notar que ao longo do processo de investigação, as argumentações e as produções escritas dos estudantes passaram da lingaugem cotidiana para a linguagem científica. Nesse contexto, é fundamental destacar a importância do papel do professor ao longo da investigação, estimulando a participação dos estudantes, a interação entre os alunos e elaborando questões ao longo do processo investigativo.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Também vale destacar as contribuições que o uso de tecnologias digitais trouxeram ao longo da investigatigação, o *Googe Meet* e *Google Classroom* permitiram a interação aluno-aluno, aluno-professor e dos alunos com os materias, o que foi fundamental para que investigação fosse bem sucedida. Além disso, o uso do simulador "Ondas: Intro" disponível no portal PhET Colorado, permitiu que os alunos compreendessem com mais clareza aspectos bastante abstratos do conteúdo científico trabalhado.

Por fim, conclui-se que o uso da abordagem investigativa ao longo das aulas, favoreceu o surgimento de alguns Indicadores de Alfabetização Científica, o que pode contribuir para uma mudança na maneira dos alunos se posicionarem e tomarem decisões frente às informações que recebem no dia a dia. E que o desenvolvimento do Ensino por Investigação por meio do ensino remoto é certamente mais desafiador, uma vez que promover momentos de interação fora de um espaço físico presencial é mais complexo, no entanto, com bastante planejamento e diáogo com a turma, é sim viável.

Espera-se que os resultados deste estudo possa promover novas discussões e pesquisas que possibititem a utilização do Ensino por Investigação para a promoção da Alfabetização Científica em diferentes contextos educacionais, a fim de desenvolver o pensamento crítico dos estudantes da educação básica e prepará-los para enfrentar os desafios do cenário contemporâneo.

Teaching Science by Research in pandemic times: promoting Scientific Literacy through a fake news about câncer

Abstract

The aim of this study was to investigate the feasibility of Teaching by Investigation in the context of remote learning, through the approach of a fake news related to cancer and with the support of digital technological resources, in order to contribute to the promotion of Scientific Literacy for students in the ninth grade of a private school. A qualitative research was carried out, in which an Inquiry-Based Teaching Sequence (IBTS) was elaborated and tested, through the Investigative Reading of a text with information about the relationship between the use of microwave ovens and the development of cancer, which was taken from a blog. To develop IBTS, synchronous and asynchronous moments were promoted using Google Classroom, Google Meet and the the virtual simulator Ondas:Intro (PhET Colorado website). The collected data were the oral arguments and the written records produced by the students, which were analyzed using the indicators of Scientific Literacy proposed by Sasseron and Carvalho. Some IBTS contributions to the promotion of Scientific Literacy were found, which could provide changes in the way students position themselves in relation to the information they receive in their daily lives, taking into ac-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

count criteria from the scientific field. This fact points out that, despite the challenges, Teaching by Investigation is viable through remote learning.

*Keywords:*Teaching by research; Scientific Literacy; Digital technologies; fake news; pandemic.

Notas

[1] Disponível em: http://falecomanutricionista.com.br/por-que-nao-usar-microondas/

[2] Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/waves-intro

[3] As respostas das alunas foram reproduzidas tal qual o original. Os erros ortográficos não foram corrigidos.

Referências

AVAAZ. **O Brasil está sofrendo uma infodemia de Covid-19.** 2020. Disponível em: https://avaazimages.avaaz.org/brasil_infodemia_coronavirus.pdf. Acesso em: 10 jun. 2021.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Educação é a Base.** Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 16 de mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações (MCTI). **Percepção pública da C&T no Brasil** –2019 – Resumo executivo. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2019a. Disponível em: https://www.cgee.org.br/web/percepcao. Acesso em: 02 set. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. **Câncer: sintomas, causas, tipos e tratamentos.** Brasília: 2019b. Disponível em: http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/cancer. Acesso em: 13 jul. 2020.

CALHEIRO, L. B.; DEL PINO, J. C. O estudo das Representações Sociais de estudantes do ensino médio acerca do tema radiação. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, X, Águas de Lindóia, 2015. **Anais...** Águas de Lindóia: Hotel Majestic, 2015.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P (org). **Ensino de Ciências por investigação:** condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage learning, 2013. p. 1-20.

CUNHA, M. B.; CHANG, V. R. J. Fake Science: uma análise de vídeos divulgados sobre a pandemia. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 17, n. 38, p. 139-152, 2021.

DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F. de; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, n.45, p. 57-67, 2013. Disponível em:https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/3822/3074. Acesso em: 02jun. 2020.

FAÇANHA, A. A. B.; ALVES, F. C. Popularização das ciências e jornalismo científico: possibilidades de alfabetização científica. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 13, n. 26, p. 41-55, 2017.

FRIAS FILHO, O. O que é falso sobre fake news. **Revista da USP**, São Paulo, n. 116, p. 39-44, jan./fev./mar. 2018.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

INCA. Instituto Nacional do Câncer. **Notícias falsas podem prejudicar diagnóstico e tratamento do câncer.** 2019. Disponível em: https://www.inca.gov.br/noticias/noticias-falsas-podem-prejudicar-diagnostico-e-tratamento-do-cancer. Acesso em: 13 jul. 2020.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MILARÉ, T.; MARCONDES, M. E. R.; REZENDE, D. B. Discutindo a Química do Ensino Fundamental Através da Análise de um Caderno Escolar de Ciências do Nono Ano. **Revista Química Nova na Escola,** v. 36, n.3, p. 231-240, 2014. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/prelo/AF-19-13.pdf. Acesso em: 20 jun. 2020.

NUMER, F. M. MICROONDAS E SAÚDE. Salão de Extensão (08.: 2007: Porto Alegre, RS). **Caderno de resumos**. Porto Alegre: UFRGS/PROREXT, 2007., 2007.

ORELLANA, J. D. Y.; CUNHA, G. M.; MARRERO, L.; MOREIRA, R. I.; LEITE, I. C.; HORTA, B. L. Excesso de mortes durante a pandemia de COVID-19: subnotificação e desigualdades regionais no brasil**. Cadernos de Saúde Pública**. v. 37, n. 1, p. 1-jan. 2021.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de Ciências***,* v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H**. Alfabetização científica no ensino fundamental:** estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 282. 2008.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica como objetivo do ensino de Ciências**. Licenciatura em Ciências. USP/Univesp – Módulo 7, 2014. Disponível em: https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_05.pdf. Acesso em: 05 jun. 2021.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar Física. São Paulo: **Livraria da Física**, 2017.

SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. In: XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA - SNEF, 21. 2015, Uberlândia**. Anais eletrônicos...** Uberlândia: ResearchGate, 2015. p. 1-6.

SOUSA JÚNIOR, J. H.; RAASCH, M.; SOARES, J.C; RIBEIRO, L. V. H. A. S. Da Desinformação ao Caos: uma análise das Fake News frente à pandemia do Coronavírus (COVID-19) no Brasil. **Cadernos de Prospecção,** v. 13, n. 2 COVID-19, p. 331, 2020.

THE LANCET ONCOLOGY. Oncology, "fake" news, and legal liability. **The Lancet Oncology Editorial***,* v.19, set. 2018.

ZOMPERO, A. F.; TEDESCHI, F. Atividades investigativas e indicadores de alfabetização científica em alunos dos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 546-567, 2018.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

O papel da educação no mundo pós-pandemia: pela (re)fundação de uma pedagogia das virtudes com inspiração herbartiana

Nathan W. Lima*

Resumo

Johann Friederich Herbart não somente fundou a pedagogia como campo autônomo, mas também nos deixou um vasto legado científico e filosófico sobre tal área do conhecimento. O objetivo desse trabalho é resgatar conceitos chaves de Herbart para refletir sobre o papel da educação no cenário contemporâneo. Para tanto, primeiramente, é realizada uma interpretação do pensamento de Herbart. Na sequência, elementos do atual cenário político, epistêmico e social, são caracterizados em diálogo com pensadores contemporâneos das Ciências Políticas, Epistemologia e Psicologia. A partir do quadro teórico de Herbart, e do cenário apresentado, sua concepção de pedagogia e suas relações com a filosofia moral e a psicologia, o conceito de ensino educativo (ou instrução educativa) e de interesse são mobilizados para propor a fundação de uma nova Pedagogia das Virtudes.

Palavras-chave: Herbart; Pedagogia; Filosofia da Educação; Virtudes.

* Doutor em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio grande do Sul. Professor do Departamento de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. E-mail: Nathan.lima@ufrgs.br . ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0566-3968

https://10.5335/rbecm.v5i1.13365
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
Recebido em: 10/09/2021 – Aceite em: 15/02/2022
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

A história da filosofia claramente nos mostra que a relação entre educação e política é praticamente tão antiga quanto o próprio pensamento ocidental. Sócrates, por exemplo, defendeu a expulsão dos poetas da cidade de Atenas, uma vez que esses formavam seus discípulos para valorização do ideal de bravos guerreiros, e não para se tornarem sábios e filósofos (PLATO, 1963; SMITH, 2012). A relação entre *educação* e regime político também aparece em Aristóteles (1912), e em textos de outros pensadores ocidentais. Não é por acaso que filósofos dedicados a discutir a estruturação do Estado e da organização social, como Rousseau (2002) e Locke (2010), também escreveram sobre educação (LOCKE, 1880; ROUSSEAU, 1889)[1].

Tal reconhecimento nos permite posicionar a educação como um elemento central da organização social e da própria manutenção ou da reforma do regime político vigente. Nesse sentido, a pedagogia é, talvez, o campo do conhecimento mais sensível e potente com relação aos efeitos concretos que pode implicar para uma sociedade. Em um mundo que se tornou, literalmente, irrespirável (MBEMBE, 2020) e inabitável (LATOUR, 2020a), refletir sobre o que é a pedagogia, quais seus fundamentos, seus meios e finalidades, faz-se mister.

Nesse contexto, deve-se reconhecer que Johann Firederich Herbart (1776 – 1841), além de ser considerado o responsável pela fundação da pedagogia como uma ciência autônoma, deixou-nos um vasto legado filosófico e científico sobre tal área, refletindo profundamente sobre as finalidades do fazer pedagógico e apontando possíveis caminhos para se alcançar tais fins. Embora tenha sido, de uma forma geral, esquecido e ignorado no debate pedagógico contemporâneo (NEITZEL, 2019a; PEÑA, 2009), a hipótese do presente ensaio é que o pensamento de Herbart, quando *interpretado* à luz do *contexto* contemporâneo[2], possui o potencial de (re) fundar uma pedagogia potente, capaz de formar cidadãos para enfrentar os desafios político-epistemológicos que se apresentam na contemporaneidade[3].

O objetivo principal desse trabalho, portanto, é apresentar uma reflexão sobre o cenário político-epistêmico contemporâneo, seus desafios e dilemas, e discutir como a educação pode contribuir para a articulação de soluções urgentes e necessárias em busca da "construção de um mundo comum" (STENGERS, 2020). Para tanto, partimos de concepções do próprio Johann Friederich Herbart para caracterizar e fundamentar a pedagogia, a educação, o ensino e suas relações (seção 2) – discutindo

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

tais constructos a partir de elementos da filosofia e da pedagogia contemporâneas. Na sequência, apresento uma rápida discussão sobre as questões sociais, políticas e epistêmicas que se impõem na contemporaneidade (seção 3). Finalmente, inspirado no pensamento de Herbart, em diálogo com pensadores contemporâneos do campo das Ciências Políticas, da Epistemologia e da Psicologia, propomos a (re)fundação de uma Pedagogia das Virtudes.

Uma *interpretação* da Pedagogia de Johann Friederich Herbart

O objetivo dessa seção é apresentar uma *interpretação* da Pedagogia de Herbart, sem com isso, obviamente, buscar apresentar um quadro completo de sua obra ou exaurir a discussão sobre qualquer conceito. Estudos aprofundados e sistematizados com relação a diferentes conceitos e à organização estrutural da obra de Herbart podem ser encontrados na literatura (DALBOSCO, 2018a, 2018b; FERNÁNDEZ CARABALLO, 2013; NEITZEL, 2018, 2019b, 2020; PEÑA, 2009; SCHÜTZ; NEITZEL, 2020). Na presente seção, pretendemos apenas mobilizar alguns conceitos chave e discuti-los à luz de elaborações contemporâneas, ressaltando seu potencial hermenêutico no processo de reflexão sobre a educação contemporânea. Herbart foi um pensador do século XIX e, como não poderia ser diferente, sua produção dialoga com seu tempo. Nessa seção, por outro lado, exploramos alguns conceitos de Herbart intencionalmente a partir do século XXI, *interpretando*-os em diálogo com discussões contemporâneas.

Nesse sentido, o ponto de partida não poderia ser outro senão a proposição da pedagogia enquanto campo autônomo:

> Seria seguramente melhor se a pedagogia se concentrasse tão rigorosamente quanto possível nos seus próprios conceitos e cultivasse mais um pensamento independente. Deste modo tornar-se-ia o centro de um círculo de investigação, já sem correr o perigo de ser regida por um estranho conceito, à semelhança de uma província conquistada e distante. Só nas circunstâncias em que toda e qualquer ciência se esforçar por se orientar à sua maneira e com a mesma força que as ciências afins, pode surgir um benéfico intercâmbio entre todas (HERBART, 2010a, p. 88)

Tal proposição de Herbart, hoje, pode ser entendida de duas formas distintas, ainda que complementares. Primeiramente, propor a pedagogia como um campo autônomo significa reconhecer as especificidades do processo pedagógico, as quais

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

não podem ser reduzidas a nenhum outro campo do conhecimento (como a sociologia, a economia, a neurologia) ainda que dialogue com esses campos. Portanto, propor a autonomia da pedagogia, primeiramente, significa reconhecer sua singularidade na experiência humana.

Por outro lado, deve-se ter clareza que, do ponto de vista da sociologia da ciência (BOURDIEU, 1976), um campo só se estabelece quando certos critérios sociais são atendidos. Portanto, não basta reconhecer a pedagogia como uma dimensão singular da experiência humana. Para que seja um campo autônomo, ela deve possuir uma comunidade própria, que compartilhe critérios de legitimação e demarcação próprios, que comungue de uma linguagem específica e que se diferencie, em sua formação e formas de comunicação, dos demais campos do conhecimento. Assim, se por um lado, o pensamento do Herbart nos fazer reconhecer a especificidade da pedagogia, por outro ele deveria nos alertar sobre a importância da organização social de uma comunidade de pesquisadores e praticantes da pedagogia. É só por meio da formação desse campo material que a pedagogia enquanto ciência autônoma pode ser possível[4].

O fato de ser autônoma, entretanto, não significa que a pedagogia não dialogue com outros campos do conhecimento. Pelo contrário, para Herbart, a pedagogia possui duas bases: a ética e a psicologia. De uma forma geral, pode-se entender, na pedagogia herbartiana, que a filosofia moral (ética) seria necessária para estabelecer a finalidade da Educação, enquanto a psicologia seria necessária para entender o meio necessário para que se pudesse chegar em tal fim.

Dessa forma, para Herbart, o propósito da Educação deveria ser estabelecido da seguinte forma: "O termo virtude expressa todo o propósito da educação. Virtude é a ideia da liberdade individual que se desenvolveu em uma realização permanente em um indivíduo." (HERBART, 2019, p. 6 tradução nossa).

Assim, para Herbart, a educação envolve uma relação entre dois atores, o educador e o educando. O papel do educador seria permitir o fortalecimento da discriminação (*insight)* e da liberdade interna do educando para que esse pudesse as relacionar. A virtude, nesse contexto, se apresenta como "uma força moral do caráter" (HILGENHEGER, 2010, p. 17) e, portanto, o cultivo da virtude é o cultivo, ao mesmo tempo, de uma discriminação racional e, também, de uma vontade interna que torna o educando livre (ou, pelo menos, não tão vulnerável às influências externas):

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

> As simples individualidades fazem um mau drama e as crianças têm individualidades bem marcantes sem terem caráter. O que falta às crianças, aquilo que as personagens dramáticas têm de mostrar, é aquilo que no homem, como ser inteligente, o torna capaz, de um modo geral, de possuir caráter, ou seja a vontade em sentido restrito, o que é bem diferente de impulsos de humor e de desejos – uma vez que estes não correspondem a decisões, enquanto a vontade corresponde. O modo da decisão é o caráter (HERBART, 2010b, p. 112)

A finalidade da educação, portanto, é a formação do caráter, o cultivo das virtudes. Herbart, ainda, relaciona a palavra educação etimologicamente na língua alemã com a palavra disciplina, reforçando a conotação moral que tal prática deve assumir. Se fizermos uma análise etimológica semelhante na língua portuguesa, educação vem do latim *ex ducere*. Enquanto o prefixo *ex* remete à noção de para fora (como na palavra exterior), *ducere* remete à noção de guiar (como na palavra conduzir). Portanto, educar é conduzir para fora, desenvolver algo que já está no educando. Se pensada a partir da metafísica aristotélica, por exemplo, todo ser humano tem suas virtudes e forças a serem desenvolvidas, aquilo que os permitiria viver em Eudaimonia. Portanto, mesmo nas línguas latinas, a palavra educação também pode ser associada à noção de virtude[5]. Em *Pedagogia Geral,* Herbart também afirma

> Numa palavra, a finalidade da educação reparte-se pelos objetivos do livre arbítrio (não do educador, mas do jovem, do futuro homem) e pelos objetivos da moral. Estas duas rubricas desde logo se impõem à mente da pessoa que se limite a recordar os mais conhecidos pensamentos de ética (Livro Primeiro, cap. 2, p. 47) (HERBART, 2010c, p. 46)

Deve-se notar, portanto, que a concepção moral de Herbart se baseava em uma concepção de liberdade individual (caracterizada pela força interna do indivíduo) e, também, associava à virtude um aspecto cognitivo (uma vez que demanda o uso da capacidade cognitiva de discriminação). Dessa forma, se reconhecemos e aceitamos que o propósito maior da educação é a formação do caráter, o primeiro desafio para pensarmos em uma pedagogia contemporânea, considerando-a um campo científico, trata de como definir caráter, virtudes e a liberdade individual, na contemporaneidade, a partir de uma concepção científica e, em diálogo, com os demais saberes contemporâneos.

Em especial, no campo da Psicologia, a noção de que a natureza humana dispõe de uma liberdade intrínseca, capaz de permitir que os sujeitos mantenham sua prática moral independentemente dos contextos a que são submetidos continua

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

sendo uma premissa válida (FRANKL, 2017). Ademais, os estudos sobre depressão e desamparo aprendido têm mostrado que os perfis de explicação que os sujeitos adotam para narrar os eventos positivos e negativos em sua vida, impactam profundamente suas experiências psicológicas. Mais do que isso, corroborando a noção de liberdade psicológica humana, independentemente do perfil explicativo que eles tenham aprendido ao longo de sua vida, em diferentes contextos sociais, o sujeito pode escolher mudar seu perfil de explicação e, assim, impactar significativamente sua experiência psicológica (PETERSON; SELIGMAN, 1984).

Com relação à concepção da prática e experiência das virtudes, novamente, a psicologia contemporânea pode indicar caminhos para pensarmos na prática moral no século XXI. Movimentos contemporâneos na psicologia (SELIGMAN; CSIKSZENTMIHALYI, 2014) tem se fundamentado em uma concepção aristotélica da natureza humana, propondo que todos os seres dispõem de um conjunto de virtudes e forças de caráter, cujo exercício viabilizam a experiência de uma vida harmoniosa e feliz (*eudaimonia)* (JOSEPH, 2015)[6].

A determinação, entretanto, do que são virtudes e o que são forças de caráter não pode ser estabelecida de forma fortuita. Nesse sentido há tentativas de mapeamentos de elementos morais que estejam presentes nas mais diferentes culturas humanas. Em especial, foi realizado um longo e vasto estudo sobre diferentes escolas filosóficas, diferentes religiões e diferentes doutrinas morais do mundo para terminar um grupo de traços psicológicos positivos amplamente aceitos na história da humanidade (PETERSON; SELIGMAN, 2004). Ademais, esses traços são operacionalizes e mensuráveis, o que permite sua caracterização bem como a avaliação controlada de sua variação frente a intervenções planejadas (NIEMIC, 2017). Assim, a proposta de Herbart de fundamentar a pedagogia enquanto campo científico, almejando a formação do caráter, pode ser, hoje, subsidiada pelas construções teóricas e empíricas da psicologia contemporânea.

Em contraposição ao termo educação, tem-se ainda no contexto pedagógico, a noção de ensino. Para Herbart, enquanto educação remete à noção de uma relação entre dois atores somente (educador e educando), o termo ensino remete a pelo menos três atores: há um terceiro elemento, que é o tema ou objeto da prática de ensino. Assim, enquanto educação envolveria um desenvolvimento do caráter, o ensino seria uma prática instrucional, sobre algum tema específico.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Tal dicotomia, que, de certa forma, parece se perpetuar até os dias atuais, com a diferenciação entre a área de Educação e a área de Ensino, por exemplo, nos órgãos de fomento brasileiros, é superada por Herbart com o conceito de *instrução educativa*, ou *ensino educativo*. Tal conceito é complementar à noção anterior, exposta por Herbart, de que o propósito da educação é a "representação estética do mundo" (HILGENHEGER, 2010, p. 23). Isto é, em textos anteriores ao Pedagogia Geral, Herbart já apontava o propósito moral da educação de despertar empatia e um espírito humanista. Assim, os estudos da literatura serviriam a tal objetivo. Em Pedagogia Geral, essa noção é complementada com a ideia de instrução educativa (ou ensino educativo) em que o ensino de letras e literatura bem como o ensino de matemática e ciências são mobilizados para formação do caráter:

> Desde já confesso não conceber a educação sem ensino, assim como já referi previamente, pelo menos nesse escrito, que não com cebo um ensino que não eduque em simultâneo (...). Para a educação através do ensino, exigi ciência e capacidade intelectual – uma ciência e uma capacidade intelectual tais, que sejam capazes de considerar e de representar a realidade próxima como um fragmento do grande todo (...). A educação através do ensino considera ensinamento tudo aquilo que se apresenta ao jovem como objeto de observação. Inclui-se aqui a própria disciplina a que ele é submetido (HERBART, 2010c, p. 43).

A educação não existe sem ensino. Por outro lado, não faz sentido buscar um ensino sem educação. A noção de que o desenvolvimento cognitivo acompanha o desenvolvimento afetivo foi, posteriormente, desenvolvido e ressaltado por Jean Piaget (FREITAS, 2002). A partir de Herbart, pensando que o exercício da moralidade demanda um pensamento discriminativo, entende-se a importância do ensino para a promoção da educação. Ao longo desse processo, o professor desempenha o papel fundamental de diretor pedagógico, conduzindo e direcionando as atividades. Isso não deve ser entendido como uma defesa da centralidade da educação no professor. A centralidade do processo pedagógico se dá no educando, mas o educador é fundamental nesse processo (DALBOSCO, 2018a). Valorização semelhante ao papel do professor também é encontrada nas discussões Vygotsky (2012). Tal reconhecimento é extremamente importante para superar visões equivocadas sobre a adoção de metodologias ativas, segundo as quais o uso de tais técnicas posicionaria o professor em um papel secundário no processo pedagógico.

A centralidade do processo pedagógico no aluno pode ser percebida, no trabalho de Herbart, por meio de seu conceito de interesse:

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

> Por isso, designamos como primeira parte da finalidade pedagógica multiplicidade de interesses, que se tem de distinguir do seu exagero, a multiplicidade de ocupações. Contudo, como nos interessam os objetos do querer e as próprias orientações, embora nenhuma nos interesses mais que as outras, acrescentamos ainda um predicado, para que a fraqueza não destoe da força: a multiplicidade harmônica. Com isto deve ter-se alcançado o sentido da expressão usual: a formação harmônica de todas as potencialidades, a propósito da qual se deveria pôr em questão: o que se pensa da uma multiplicidade de forças espirituais e o que poderá significar harmonia de diversos tipos de faculdades? [...] (HERBART, 2010d, p. 100).

Tal visão de interesse em Herbart, buscando o desenvolvimento de potencialidades múltiplas de forma harmoniosa, reforça o aspecto humanista de sua proposta e a necessidade do entendimento do processo pedagógico em sua dimensão psicológica.

Em síntese, podemos expressar as seguintes teses advindas da interpretação da Pedagogia de Herbart:

- O processo pedagógico deve ser entendido de forma singular, não podendo ser reduzido à dimensão biológica, sociológica, filosófica (ainda que se relacione com tais dimensões).
- Deve-se buscar o estabelecimento de um campo autônomo da pedagogia, isto é, a formação de uma comunidade de pesquisadores e praticantes sólida, com linguagem, símbolos e instrumentos compartilhados.
- O propósito fundamental da educação deve ser a formação moral do caráter.
- Não há educação sem ensino.
- O ensino não tem sentido se não se almejar a educação.
- O ensino educativo deve despertar o interesse múltiplo, de forma harmoniosa, proporcionando uma verdadeira formação humanista.
- O educador tem papel fundamental nesse processo, assumindo a função de diretor intelectual.

O Cenário Contemporâneo e a Necessidade de uma Refundação Pedagógica

Uma das premissas desse trabalho é a noção de que a pedagogia é uma ciência em diálogo com seu tempo (como qualquer outra ciência). Não somente isso, mas muitos filósofos e educadores já explicitaram a relação entre concepções pedagógicas e o regime político vigente ou desejado. Dessa forma, para pensarmos a pedagogia contemporânea, ainda que tenhamos inspiração herbartiana, faz-se necessário des-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

crevermos e entendermos o cenário atual. Certamente, tal descrição não é unívoca, e diferentes autores narrariam diferentes aspectos do nosso tempo, ressaltando diferentes fatores. A descrição que fazemos aqui, portanto, é uma descrição parcial da realidade (como não poderia deixar de ser), baseada, principalmente, em discussões advindas da Sociologia da Ciência.

O século XX foi marcado, em um primeiro momento, pela ascensão da crença na capacidade da ciência em promover desenvolvimento tecnológico, riqueza e bem estar social. Esse primeiro período foi marcado pela elaboração de narrativas em que o valor epistêmico da ciência é apresentado como superior a outras formas de conhecimento (VIDEIRA, 2007) e pela busca de uma verdade absoluta (AMÉRICO, 2001). A Segunda Guerra Mundial, por outro lado, e o consequente reconhecimento do possível poder destrutivo das ciências inaugurou, a partir de 1945, um período de dúvida e suspeição sobre o papel da ciência na sociedade (LOPES, 2013). Manteve-se, nesse período, entretanto, a disputa por um modelo político-econômico que proporcionasse o ideal modernista de emancipação da humanidade.

Entende-se, assim, que, em 1989, com a queda do muro de Berlin, inaugura-se um novo período na história do pensamento contemporâneo (LATOUR, 2013), em que não somente o ideal da busca pela verdade foi abandonado, mas que a disputa por um regime político justo também foi abandonada no *mainstream* cultural – marcando o que alguns chamam de período de pós-história e pós-política.

O abandono ou o desprezo pela política, entretanto, deve ser entendido, em última instância, como um abandono do desejo de construir uma realidade comum (LATOUR, 2020a) (visto que *política* refere-se à organização da *polis,* espaço compartilhado, em oposição às propriedades isoladas). Nossa sociedade, entretanto, atingiu tal grau de hibridização com o desenvolvimento científico e tecnológico que os atores político-sociais não são apenas humanos; mas, também, híbridos de natureza-sociedade. Afinal, o funcionamento do comércio, hoje, depende da circulação de um *vírus*, a produção da indústria depende do *nível de* CO_2 *na atmosfera,* certos produtos e atividades podem ser liberados ou não, dependendo de como afetam o *buraco na camada de ozônio*.

Tal hibridização entre natureza e sociedade é de tal ordem que os especialistas afirmam termos entrado em um novo período geológico, o Antropoceno (LATOUR, 2020b). O fato, portanto, de que a política (organização do espaço comum) envolve não somente humanos, implica que precisamos pensar na política para além de uma atividade humana, mas como uma cosmopolítica (STENGERS, 2010).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Assim, hoje, para que alguns atores desprezem a política (construção do mundo comum) é necessário desprezar também os atores hibridizados que a ciência segue a narrar. Tal atitude anti-política (ou seja, anti construção do mundo comum) atingiu seu ápice no mundo recente com o fenômeno da pós-verdade (LIMA *et al.*, 2019b) e materializava-se de forma mais aguda nas ações do ex-presidente americano Donald Trump (LATOUR, 2020a). O negacionismo da realidade, nesse contexto, tem por objetivo sustentar o ideal de uma sociedade de consumo, cujas demandas não são mais passíveis de serem sustentadas pelo planeta Terra.

Tal negacionismo do mundo comum (da cosmopolítica) pode trazer consequências dramáticas nas próximas décadas. A mutação climática (LATOUR, 2020b), a forma desigual com que a pandemia atinge a sociedade, matando diferentemente diferentes setores (SANTOS, 2020), a perpetuação do racismo estrutural (GONZALEZ, 2010), a desregulamentação do Estado-providência (STIGLITZ, 2003), e a "epidemia de depressão", que é considerada um efeito colateral da sociedade de consumo, é o cenário cosmopolítico em que nos encontramos hoje, e ao qual a pedagogia contemporânea deve responder. Em síntese, o maior desafio do século XXI será resgatar o ideal de construção do mundo comum (STENGERS, 2020). Na próxima seção, discutimos como que uma construção pedagógica com inspiração herbartiana pode nos conduzir ao longo desse processo.

Por uma Pedagogia das Virtudes com inspiração Herbartiana

A noção de que o papel da educação é formar para cidadania, como aparece na constituição federal, vem sendo incorporada de forma acrítica na literatura da área de ensino (PINHÃO; MARTINS, 2016). O que é esperado de um "cidadão ideal" é dependente do que se deseja para a sociedade e para do modelo de democracia concebido.

A proposta defendida nesse trabalho é que retomemos a noção herbartiana de que o propósito final de todo processo educativo é o desenvolvimento das virtudes. Valendo-se concepção de natureza humana resgatada na pscilogia contemporânea, com inspiração aristotélica, o ser humano é um animal político (ARISTOTLE, 1912) e, portanto, a realização de seu *dimon* somente é possível na *polis,* na prática política, na construção do mundo comum.

Ademais, valendo-se das discussões de Isabelle Stengers (2010), hoje, somente podemos desenvolver o *dimon* no exercício da *cosmopolítca*. Portanto, o objetivo da

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

pedagogia contemporânea, deve ser preparar o educando para exercitar suas virtudes na sua prática cosmopolítica. Nesse sentido, há muitas propostas que apontam para a formação de competências sociais (ABRAHAMS *et al.*, 2019; DEARDOFF, 2020; UNESCO, 2014a, 2014b, 2018). Por outro lado, há, também, muitas propostas que visam o desenvolvimento de virtudes, forças de caráter e traços psicológicos positivos – buscando prevenir a epidemia de depressão que assola a sociedade (ABRAHAMS *et al.*, 2019).

Nenhuma dessas propostas, entretanto, parece ter se difundido de forma significativa na sociedade ou nas tendências pedagógicas contemporâneas. Ademais, de forma isolada, elas não atingem o que precisamos para, de fato, resgatarmos a construção de um mundo comum. Uma hipótese razoável é que a não difusão dessas propostas se deve pelo fato de ainda sustentarem a dicotomia educação/ensino. Elas se preocupam em formação de virtudes (educação), enquanto a escola continua preocupada com a instrução (ensino). A convergência dos dois âmbitos só é possível por meio de uma visão integrada, que coloca o ensino à serviço da educação, como propõe Herbart com a noção de *ensino educativo*.

Não somente a superação da dicotomia educação/ensino é desejável por motivos filosóficos, mas é necessária no cenário contemporâneo visto que, hoje, o exercício das virtudes no mundo hibridizado demanda a mobilização de conhecimentos que, também, são técnicos. O exercício da cidadania implica o engajamento na *cosmopolítica* e, para tanto, é necessário o desenvolvimento de virtudes na mobilização dos conhecimentos que permitem a construção do mundo comum. Ou seja, para poder realizar seu *dimon,* hoje, alguém precisa, minimamente, ser capaz de se mover por meio das controvérsias sociocientíficas que moldam a sociedade contemporânea. Por isso, a importância de uma prática pedagógica que, ao mesmo tempo, seja instrutiva e educativa.

Um dos grandes desafios do cenário contemporâneo é, justamente, despertar interesse na construção do mundo comum, pois é justamente uma característica do período de pós-política a total descrença na possibilidade de afetar o mundo (LATOUR, 2020a), o que é uma característica das sociedades de consumo (VACLAV, 2018). Dessa forma, a finalidade do processo deve ser despertar do interesse no educando, múltiplo e harmonioso, pois são múltiplos os conhecimentos necessários no processo cosmopolítico.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Diferentemente de Herbart, entretanto, entendemos, com base na sociologia da ciência, que não se pode distinguir a tarefa das ciências exatas da tarefa das ciências humanas. Todas as diferentes disciplinas são necessárias para produção de uma representação estética do mundo e para o fortalecimento das forças de caráter e traços positivos. Assim, cabe ao professor, o diretor do processo pedagógico, o desafio de despertar e fortalecer esse interesse múltiplo. Mais uma vez, a psicologia contemporânea apresenta possiblidades de intervenções e instrumentos que permitem medir traços psicológicos, como interesse, e assim avaliar de forma científica a efetividade de diferentes instruções educativas.

Em síntese, uma pedagogia das virtudes contemporânea e com inspiração herbartiana pode assumir as seguintes teses:

- O propósito da educação deve ser o cultivo de *virtudes* para o engajamento na cosmopolítica (construção do mundo comum).
- Tal especificidade torna a pedagogia um campo científico único, singular e autônomo. Isso significa que se deve fortalecer as comunidades e práticas pedagógicas bem como valorizar a autonomia do conhecimento pedagógico, ainda que esse mantenha seu diálogo com a psicologia, a filosofia, a sociologia e as ciências em geral.
- O engajamento na cosmopolítica demanda não somente uma disciplina moral, nem tão pouco o puro do domínio do conhecimento técnico; mas a capacidade de mobilizar os conhecimentos necessários para a construção de um mundo comum e justo, o que só pode ser desenvolvido por um *ensino educativo*.
- O papel fundamental da educação é despertar o *interesse múltiplo e harmonioso*. De outra forma, não é possível exercer a *cosmopolítica* na busca de um mundo comum.
- As *virtudes* e *forças de caráter* a serem desenvolvidos podem ser elaborados em diálogo com a psicologia contemporânea, o que permite caracterizá-las e medi-las, avaliando o impacto de diferentes intervenções pedagógicas de forma efetiva.
- O professor desempenha o papel crucial de organização do processo educativo, despertando o interesse e conduzindo (planejando, executando e avaliando) o ensino educativo e, por consequência, o desenvolvimento das virtudes.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Considerações finais

Nesse trabalho, partimos da concepção de que educação e organização política estão sempre conectadas. Ou seja, diferentes práticas pedagógicas afetam diferentemente a organização social e, para diferentes sistemas sociais, é possível conceber diferentes sistemas educacionais ideais. Nesse sentido, podemos nos questionar qual concepção pedagógica precisamos valorizar para dar conta de responder aos desafios que se apresentam no cenário contemporâneo. A tese defendida neste trabalho, então, é que uma pedagogia centrada no conceito de virtudes, com inspiração herbatiana, em diálogo com diferentes correntes do pensamento contemporâneo pode apresentar caminhos importantes a serem adotados.

Para defender tal tese, apresentamos, na seção 2, uma interpretação de alguns conceitos-chave da filosofia e pedagogia herbartiana, problematizando-os em relação a concepções contemporâneas. Na seção 3, apresentamos uma rápida descrição do cenário contemporâneo e dos desafios que ele apresenta. Na seção 4, finalmente, discutimos como que os conceitos herbartianos em diálogo com tendências contemporâneas podem inspirar uma proposição pedagógica capaz de dialogar com o cenário atual.

O primeiro ponto apresentado é a noção de que é necessário resgatar o conceito de virtude como finalidade maior do processo educativo. Não somente isso, mas partindo de uma fundamentação aristotélica e, em diálogo com as discussões de Isabelle Stengers, a realização das virtudes só pode ser atingida no exercício da cosmopolítica. Ou seja, a Pedagogia, hoje, para responder aos desafios do Período do Antropoceno, deve ser centrada no cultivo de virtudes para o engajamento nos processos cosmopolíticos.

O segundo ponto destacado é que um dos desafios no contexto contemporâneo é justamente o desenvolvimento do interesse pelo cultivo do mundo comum. Dessa forma, concordando com Herbart, o objetivo pedagógico deve ser o desenvolvimento de interesses múltiplos e harmoniosos, visando uma formação humanista completa.

Nesse processo, o professor tem o papel fundamental de guiar o processo, sendo um diretor pedagógico. Ainda que a prática seja centrada no educando, isso não afasta o professor de seu papel fundamental no desenvolvimento das atividades pedagógicas.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Por fim, os elementos aqui discutidos apontam, principalmente, para a necessidade do resgate de ensino educativo, superando a dicotomia entre a noção de educação e ensino. Concordando com Herbart, não é possível atingir a educação sem ensino. Por outro lado, pensar no ensino sem o propósito claro de se promover a educação é sem sentido. Ademais, com a complexidade do mundo contemporâneo e a hibridização entre elementos naturais e sociais no cerne dos desafios atuais, é somente por meio de um ensino verdadeiramente educativo que poderemos retomar o caminho da construção de um mundo comum.

The role of Education in the post-pandemic world: the (re)Foundation of a Pedagogy of Virtues with Herbartian Inspiration

Abstract

Johann Friederich Herbart not only founded pedagogy as an autonomous field, but also left us a vast scientific and philosophical legacy about this topic. The objective of this work is to rescue key concepts of Herbart to reflect on the role of education in the contemporary scenario. To do so, first, an interpretation of Herbart's thought is carried out. Subsequently, elements of the current political, epistemic and social scenario are characterized in dialogue with contemporary thinkers in Political Science, Epistemology and Psychology. From Herbart's theoretical framework, and the presented scenario, his conception of pedagogy and its relations with moral philosophy and psychology, the concept of educational teaching (or educational instruction) and of interest are mobilized to propose the foundation of a new Pedagogy of Virtues.

Keywords: Herbart; Pedagogy; Philosophy of Education; virtues.

Notas

1 As proposições pedagógicas de Locke e Rousseau são objeto de análise de Herbart (1893).

2 A noção de *interpretação* adotada nesse texto segue a discussão proposta por Bakhtin(2017), segundo a qual interpretação é o processo de relacionar um texto a outros textos. Nesse sentido, vamos discutir os textos de Herbart em diálogo com enunciados de outros pensadores e com o *contexto* contemporâneo, o qual só é passível de ser descrito com base em um conjunto de *co-textos* (LATOUR, 1988). Assim, no presente ensaio, buscaremos apresentar, de forma ativa, *relações dialógicas* (LIMA *et al.*, 2019a) entre a proposição original de Herbart e outras tendências pedagógicas e filosóficas. Isso não implica, entretanto, que os autores mencionados necessariamente estudaram ou se inspiraram diretamente na obra de Herbart, mas que os temas de seus enunciados dialogam no grande campo da cultura (VENEU; FERRAZ; REZENDE, 2015).

3 A partir de uma série de *co-textos,* será apresentada uma análise político-epistemológica do cenário contemporâneo, para, então, se ressaltar como uma reinterpretação do pensamento de Herbart se faz necessária. A propósito, como a noção de cidadania é polissêmica (PINHÃO; MARTINS, 2016), é a partir do cenário apresentado que se definirá uma visão específica de cidadania.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

[4] A materialidade das práticas e organizações científicas é ressaltada por diferentes autores da sociologia da ciência (COLLINS; EVANS, 2002; KNOR-CETINA, 1981; LATOUR, 2005).

[5] Ademais, é comum usar a expressão "uma criança mal-educada", para se referir a uma criança não disciplinada, o que reforça a noção cultural de que "educação" ´relaciona-se ao cultivo do caráter.

[6] Embora haja potencialidades em explorar tendências contemporâneas da psicologia que tratam do tema da virtude, deve-se ter clareza que tal perspectiva não é isenta de críticas. Pelo contrário, já consta na literatura uma série de problematizações sobre a chamada psicologia positiva e sua aplicação na educação (TRASK-KERR; QUAY; SLEMP, 2019). O argumento do presente trabalho, portanto, é somente no sentido de apontar que há elementos da educação positiva que podem ser úteis à concepção pedagógica contemporânea.

Referências

ABRAHAMS, L. et al. Social-emotional skill assessment in children and adolescents: Advances and challenges in personality, clinical, and educational contexts. **Psychological Assessment**, v. 31, n.4, p.460-473, 2019.

AMÉRICO, P. **A Ciência e os Sistemas - Questões de História e Filosofia Natural**. 4. ed. João Pessoa: Editora Universitária, 2001.

ARISTOTLE. **Politics - A Treatise on Government**. London: William Ellis, 1912.

BAKHTIN, M. **Notas sobre literatura, cultura e ciências humanas**. São Paulo: Editora 34, 2017.

BOURDIEU, P. Le Champ Scientifique. **Actes de la Recherche en Sciences Sociales**, v. 2, n. 2–3, p. 88–104, 1976.

COLLINS, H. M.; EVANS, R. The third wave of science studies: Studies of expertise and experience. **Social Studies of Science**, v. 32, n. 2, p. 235–296, 2002.

DALBOSCO, C. A. Uma leitura não-tradicional de Johann Friedrich Herbart: autogoverno pedagógico e posição ativa do educando. **Educação e Pesquisa**, v. 44, p. 1–18, 2018 a.

DALBOSCO, C. A. Condição Infantil e Autoridade Amorosa em Johann Friedrich Herbart. **Educação e Realidade,** v. 43, p.1131-1146, 2018 b.

DEARDOFF, D. K. **Manual For Developing Intercultural Competencies - Story Circles**. New York: Routledge, 2020.

FERNÁNDEZ CARABALLO, A. M. La representación en Herbart y en Freud y su lugar en la enseñanza. **Educação e Realidade.** v.38, p. 747-767, 2013.

FRANKL, V. **Em Busca de Sentido**. Petropólis: Editora Vozes, 2017.

FREITAS, L. B. de L. Piaget e a consciência moral: um kantismo evolutivo? **Psicologia: Reflexão e Crítica.** v. 15, p.303-308, 2002.

GONZALEZ, L. **Primavera para as Rosas Negras**. São Paulo: Selo Negro Edições, 2010.

HERBART, J. F. **The Science of Education and its general principles deduced from its aim and the aesthetic revelation of the world.** Boston: D. C. HEATH & CO, PUBLISHERS, 1893.

HERBART, J. F. Pedagogia. In: **Johann Herbart**. Recife: Editora Massangana, 2010 a. p. 88–90.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

HERBART, J. F. O Caráter Moral. In: **Johann Herbart**. Recife: Editora Massangana, 2010 b. p. 111–132.

HERBART, J. F. Finalidade da Educação. In: **Johann Herbart**. Recife: Editora Massangana, 2010 c. p. 41–47.

HERBART, J. F. Interesse. In: **Johann Herbart**. Recife: Editora Massangana, 2010 d. p. 99–105.

HERBART, J. F. **Outlines of Educational Doctrine**. Glasgow: Good Press, 2019.

HILGENHEGER, N. A gênese da ideia de "instrução educativa",. *In*: **Johann Herbart**. Recife: Editora Massangana, 2010. p. 17–24.

JOSEPH, S. (org.). **Positive Psychology in Practice - Promoting Human Flourishing in Work, Health, Education and Everyday Life**. New Jersey: Wiley, 2015.

KNOR-CETINA, K. The manufacture of knowledge: an essay on the constructivist and contextual nature of science. *In*: **Science Observed: perspectives on the study of science**. London: Sage, 1981.

LATOUR, B. A Relativistic Account of Einstein's Relativity. **Social Studies of Science**, v. 18, n. 1, p. 3–44, 1988.

LATOUR, B. **Reassembling the Social: An Introduction to Actor Network Theory**. Oxford: Oxford University Press, 2005.

LATOUR, B. **Jamais Fomos Modernos**. São Paulo: Editora 34, 2013.

LATOUR, B. **Onde Aterrar? Como se orientar politicamente no Antropoceno?** Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2020a.

LATOUR, B. **Diante de Gaia - oito conferências sobre a natureza no antropoceno**. São Paulo: Editora Ubu, 2020b.

LIMA, N. W. et al. A Teoria do Enunciado Concreto e a Interpretação Metalinguística: Bases Filosóficas, Reflexões Metodológicas e Aplicações para os Estudos das Ciências e para a Pesquisa em Educação em Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 3, p. 258–281, 2019a.

LIMA, N. W. et al. Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, 2019b.

LOCKE, J. **Some Thoutghs Concerning Education**. Cambridge: Cambridge University Press, 1880.

LOCKE, J. **Second Treatise of Government**. Salt Lake City: Project Gutemberg, 2010.

LOPES, A. C. Teorias Pós-Críticas, política e currículo. **Educação, Sociedade e Culturas**, v. 39, p. 7–23, 2013.

MBEMBE, A. Le droit universal à la respiration. **AOC**, 2020.

NEITZEL, O. Johann Friedrich Herbart: pedagogia geral e inclusiva. **Roteiro**, v. 43, n. 2, p. 815–828, 2018.

NEITZEL, O. A pedagogia de herbart reinterpretada com o prof. dr. dietrich benner. **Educação & Sociedade**, v.40, 1-17 2019 a.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

NEITZEL, O. **A Pedagogia como Autogoverno em Johann Friederich Herbart**. Ijuí: Editora Unijuí, 2019 b.

NEITZEL, O. Representação, Apercepção e Constituição do eu em Herbart. **Atos de Pesquisa**, v. 15, n. 1, p. 186–208, 2020.

NIEMIC, R. M. **Character Strengths Interventions**. Göttingen: hogrefe, 2017.

PEÑA, A. K. R. La ética de Johann Friedrich Herbart como estética en sentido formativo o de cómo abrirle un espacio de posibilidad a la educación. **Revista Educación y Pedagogía**, v. 21, n. 55, p. 55–74, 2009.

PETERSON, C.; SELIGMAN, M. **Character Strengths and Virtues**. Oxford: Oxford University Press, 2004.

PETERSON, C.; SELIGMAN, M. E. **Causal explanations as a risk factor for depression:** Theory and evidence. US: American Psychological Association, 1984.

PINHÃO, F.; MARTINS, I. CIDADANIA E ENSINO DE CIÊNCIAS : QUESTÕES PARA O DEBATE. **Revista Ensaio**, v. 18, n. 3, p. 9–29, 2016.

PLATO. **Apology**. New York: McMillan, 1963. *E-book*.

ROUSSEAU, J. J. **Émile; or concerning Education**. Boston: D. C. HEATH & COMPANY, 1889.

ROUSSEAU, J. J. **The Social Contract and The First and Second Discourses**. New Haven: Yale University Press, 2002.

SANTOS, B. de S. **A Cruel Pedagogia do Vírus**. Coimbra: Almedina, 2020.

SCHÜTZ, J. A.; NEITZEL, O. PENSAMENTO COMO SUSPENSÃO DO MUNDO: aproximações entre Arendt e Herbart para (re)pensar a ação pedagógica. **Revista Teias**, v. 21, n. 26, p. 296–309, 2020.

SELIGMAN, M. E. P.; CSIKSZENTMIHALYI, M. Positive Psychology: An Introduction BT - Flow and the Foundations of Positive Psychology: The Collected Works of Mihaly Csikszentmihalyi. *In*: CSIKSZENTMIHALYI, M. (org.). Dordrecht: Springer Netherlands, 2014. p. 279–298.

SMITH, S. **Political Philosophy**. New Haven: Yale University Press, 2012.

STENGERS, I. **Cosmopolitics**. Minneapolis: University of Minesota Press, 2010.

STENGERS, I. **Réactiver Le Sens Commun - Lecture de Whitehead en temps de débâcle**. Paris: La Découverte, 2020.

STIGLITZ, J. **A Globalização e seus malefícios**. São Paulo: Futura, 2003.

TRASK-KERR, K.; QUAY, J.; SLEMP, G. R. A Deweyan positive education: psychology with philosophy. **Oxford Review of Education**, v. 45, n. 6, p. 786–801, 2019.

UNESCO. **From Words to Actions**. Paris: UNESCO, 2014 a.

UNESCO. **Teaching Respect for All - Implementation Guide**. Paris: UNESCO, 2014 b.

UNESCO. **Long Walk of Peace - Towars a Culture of Prevention**. Paris: UNESCO, 2018.

VACLAV, H. **The Power of the Powerless - Citizens Against the State in Central Eastern Europe**. London: Vintage Classics, 2018.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

VENEU, A.; FERRAZ, G.; REZENDE, F. Análise do Discurso no Ensino de Ciências: Considerações Teóricas. Implicaçoes Epistemológicas e metodológicas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 126–149, 2015.

VIDEIRA, A. A. P. Historiografia e história da ciência. **Escritos**, v. 1, n. 1, p. 111–158, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **Thought and Language**. *Cambridge*: MIT Press, 2012.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Aves e mamíferos da caatinga: experiências com jogos educativos para a valorização da fauna local

Letícia Sousa dos Santos Ferreira*, Alderyce Passos Silva**,
Wedson de Medeiros Silva Souto***, Patrícia Maria Martins Nápolis****

Resumo

Os jogos educativos têm um potencial significativo para estimular o ensino e a aprendizagem. São recursos que relacionam teoria e prática nos mais variados conteúdos. Além disso, podem estimular habilidades cognitivas como resolução de problemas, criatividade, raciocínio rápido e criticidade. Mediante isso, esse artigo teve como objetivo analisar três jogos educativos para o reconhecimento de aves e mamíferos da Caatinga em termos de adequabilidade, atratividade, aprendizagem e limitações. Os jogos foram desenvolvidos durante oficinas de Educação Ambiental em três escolas públicas de ensino no estado do Piauí, Nordeste do Brasil. Durante as oficinas foram aplicados questionários a 107 estudantes. Em geral, os jogos propostos alcançaram resultados significativos em relação à: (a) adequação das regras e público-alvo; (b) atração, principalmente acerca das imagens de animais utilizadas; (c) aprendizagem de novos conceitos e (d) limitações apontadas pelos estudantes. Consideramos que os jogos educativos elaborados e aplicados apresentam-se como um importante recurso auxiliar no ensino de espécies da fauna local. Assim, podem ser facilmente aplicados nas disciplinas curriculares de Ciências e Biologia, principalmente para sensibilizar estudantes da importância de conservação da diversidade faunística local.

Palavras-chave: Jogo didático; Animais nativos; Educação em Ciências; Educação Ambiental.

* Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA – UFPI), Brasil. E-mail: leticiasousa003@gmail.com

** Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). E-mail: alderyce_passos@hotmail.com

*** Pós-doutorado pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFPE). Doutorado em Ciências Biológicas (Zoologia) pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Docente na Universidade Federal do Piauí (UFPI) e no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA – UFPI), Brasil. E-mail: wedson@ufpi.edu.br

**** Doutorado em Ciências, na linha de Pesquisa em Educação Ambiental pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Docente na Universidade Federal do Piauí (UFPI) e no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA – UFPI), Brasil. E-mail: pnapolis@uol.com.br

https://10.5335/rbecm.v5i1.11636
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0
Recebido em: 17/09/2020; Aceito em: 15/07/2021
ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta orientações aos docentes para que possam explorar habilidades e instigar os estudantes na construção do conhecimento. Especificamente no ensino de Ciências e Biologia, a BNCC destaca a importância de estratégias didáticas que despertem a curiosidade científica para a resolução de problemas (BRASIL, 2017; BRASIL, 2018). Dentre essas estratégias podemos destacar a produção e utilização de jogos didáticos para promover aprendizagens direcionadas às questões ambientais, políticas, econômicas e culturais, destacando-se como um importante recurso de mediação entre sujeitos e conflitos (MENEZES *et al.,* 2012; MENDES, 2016).

O uso de jogos didáticos pode contribuir para que estudantes relacionem mais facilmente conceitos científicos, além de ser um complemento ao processo de ensino e aprendizagem (KISHIMOTO, 2017). São recursos que relacionam teoria e prática nos mais variados conteúdos. Adicionalmente, podem estimular habilidades cognitivas como resolução de problemas, criatividade, raciocínio rápido e criticidade (ZANON; GUERREIRO; OLIVEIRA, 2008; KISHIMOTO, 2017; OLIVEIRA; SILVA, 2021). Os jogos didáticos podem ser utilizados de diferentes maneiras e propósitos. Contudo, cabe ao docente definir os objetivos e conteúdos em que eles podem ser aplicados (MIRANDA, 2001; BARROS *et al.,* 2021). Os docentes devem levar em consideração as diversas características apresentadas pelos estudantes, assim como as particularidades do local no qual estão inseridos (RANGEL, 2014).

Nesta perspectiva, destaca-se a importância de associar conteúdos da fauna à realidade dos estudantes. A BNCC destaca critérios que contribuem para que a temática fauna seja discutida a partir da educação para com o meio ambiente (BRASIL, 2017). Essa educação, também chamada de Educação Ambiental (EA), é uma dimensão da educação que tem a formação de valores, atitudes e habilidades direcionadas para a identificação e solução dos problemas ambientais como um dos seus objetivos (SATO, 2002; CARVALHO, 2017; SAUVÉ, 2017). Para Jacobi (2015) a EA trata a importância dos cidadãos compreenderem a complexidade ambiental e o desafio de ter atitudes reflexivas, atuantes, responsáveis e engajados nos processos colaborativos em prol do meio ambiente. Reigota (2012) destaca que muitos são os métodos possíveis para a realização da EA, porém é necessário que o docente estabeleça métodos adequados à realidade de seus alunos.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Para Behling e Islas (2014) a utilização de jogos como ferramenta de EA para a conservação da natureza é um meio atrativo, dinâmico e interdisciplinar de abordagem. Principalmente na tentativa de sensibilização dos indivíduos em relação à extinção de espécies da fauna. As autoras destacam também a importância de se obter informações prévias do público alvo sobre as relações entre ser humano e natureza. De fato, Patrick *et al*. (2013) relataram que o conhecimento prévio apontado sobre animais por estudantes – incluindo os brasileiros – influencia diretamente no processo de ensino e aprendizagem sobre espécies da fauna nativa. Em particular, a fauna brasileira é conhecida mundialmente pela sua diversidade. São mais de 120 mil espécies de invertebrados e aproximadamente nove mil espécies de vertebrados (ICMBIO, 2014). Na Caatinga – domínio fitogeográfico exclusivo do país e floresta seca mais rica do mundo – são encontradas mais de 548 aves e 183 mamíferos (TABARELLI *et al*., 2018).

O elevado número de animais endêmicos ameaçados na Caatinga contribui para que pesquisas e práticas educativas sobre essas espécies sejam amplificadas para fins de conservação. Isso porque é mais fácil conservar na natureza os seres vivos que conhecemos (LINDEMANN-MATTHIES, 2006). No entanto, aves e mamíferos estão entre os grupos de vertebrados mais ameaçados no mundo, embora também sejam os mais conhecidos pela população (por exemplo, PATRICK *et al*., 2013; RIPPLE et al., 2015; OLIVEIRA *et al.,* 2019). Esses grupos se destacam com frequência nos livros didáticos e aulas de Ciências ou Biologia (SCALFI; BARATA, 2019; MIRANDA; GARCIA; VIDOTTO-MAGNONI, 2020). Provavelmente pela abordagem ecológico-evolutiva nessas disciplinas curriculares. Além disso, os animais pertencentes a esses grupos atuam diretamente nos processos de polinização, dispersão de sementes, manutenção e equilíbrio da cadeia alimentar (ver SILVA *et al.,* 2017; RATTO *et al*., 2018). Em vista disso, a inserção de espécies da avifauna e mastofauna nativa nas aulas práticas, de campo ou em atividades lúdicas e educativas (como solicitado nos órgãos oficiais da educação – BRASIL, 2017; BRASIL, 2018) acaba sendo estratégias viáveis para a Biologia da conservação.

Outro fator que contribui para que espécies da fauna nativa sejam abordadas no ambiente escolar está relacionado com a apropriação do livro didático para identificação ou conhecimento de espécies da fauna. Os livros trazem majoritariamente exemplares da fauna exótica, dificultando o conhecimento das espécies locais (SATO, 2002; GENOVART *et al.,* 2013). Por exemplo, Scalfi e Barata (2019)

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

evidenciaram que poucos livros do ensino infantil retratam a fauna brasileira. As espécies comumente encontradas nesses materiais são exóticas e emblemáticas, tais como zebra, leão, elefante e girafa, em detrimento de mamíferos nativos (SCALFI; BARATA, 2019). Neste sentido, os jogos didáticos quando inseridos no contexto local dos estudantes contribuem para que eles apontem animais frequentemente encontrados nas proximidades da sua casa, escola e outros (por exemplo, DIAS; REIS, 2018; SILVA *et al.,* 2019).

Diferentes pesquisadores utilizaram jogos educativos pautados nos pressupostos da EA para auxiliar no ensino de Ciências ou Biologia, mais especificamente em conteúdos acerca dos animais. Por exemplo, Rodrigues; Camargo e Veraszto (2013) criaram um jogo para dispositivos portáteis que aborda sobre espécies invasoras e equilíbrio ambiental. De modo similar, Castro; Silva e Sarinho (2018) produziram um jogo virtual sobre espécies da Floresta Amazônica. Sobrinho *et al.* (2015) elaboraram um jogo virtual para sensibilizar estudantes a partir da desmistificação dos botos na Amazônia. Por outro lado, Presti *et al.* (2015) produziram um jogo de tabuleiro sobre a arara-azul-grande. Rodrigues *et al. (*2016) também elaboraram um jogo de tabuleiro voltado para animais ameaçados de extinção. Diante desses registros da literatura, torna-se evidente a preocupação dos pesquisadores em enfatizar animais nativos nos diferentes domínios fitogeográficos ou regiões do Brasil. Adicionalmente, é possível verificar jogos pautados em um ensino problematizador que permite aos participantes aprenderem com a própria realidade, buscando novas descobertas e conhecimentos por meio da ludicidade.

Os materiais diferenciados permitem não só a divulgação de conhecimentos científicos, mas também uma formação mais ampla dos cidadãos, além da motivação para a aprendizagem e a difusão cultural (CAMPOS, 2009). Contudo, para que um jogo didático contribua com o processo de ensino e aprendizagem ele deve apresentar situações desafiadoras que se aproximem do cotidiano dos estudantes (MARTINS; ANGELO; OLIVEIRA, 2013). Mediante isso, nós elaboramos jogos educativos inéditos com imagens ilustrativas de aves e mamíferos da Caatinga. Os jogos foram idealizados a partir de exemplares divulgados na mídia e tradicionalmente conhecidos pela população. Por meio desses jogos buscamos uma aproximação entre os conteúdos da fauna e a realidade dos estudantes. Assim, o objetivo principal deste estudo foi testar três jogos educativos para o reconhecimento de aves e mamíferos da Caatinga em termos de adequabilidade, atratividade, aprendizagem e limitações.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Elaboração dos jogos didáticos e proposta de aplicação

Os jogos aqui apresentados foram elaborados durante o Projeto de Extensão intitulado "O Conhecimento de Estudantes do Ensino Fundamental e Médio do Meio-Norte do Brasil acerca da Fauna Silvestre Nativa: Avaliação e Estratégias para Contemplar a Fauna Nativa no Ensino de Zoologia". Trata-se de um projeto submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos pela Universidade Federal do Piauí (CAAE 62606516.0.0000.5214). Uma das propostas do projeto foi elaborar e aplicar estratégias de Educação Ambiental para a valorização da fauna nativa por estudantes do Ensino Fundamental e Médio. Assim, elaboramos jogos educativos para o reconhecimento de aves e mamíferos da Caatinga a fim de avaliar termos de adequabilidade, atratividade, aprendizagem e limitações.

Os jogos foram produzidos com materiais de baixo custo que podem ser facilmente encontrados em qualquer lugar do país. Isso possibilita a sua reprodução e/ou adaptação para diferentes temáticas de ensino. De modo geral, os jogos tinham como objetivo proporcionar o reconhecimento de espécies de aves e mamíferos nativas presentes no domínio fitogeográfico da Caatinga. Além disso, buscavam enfatizar a importância da conservação dessas espécies na natureza e promover a valorização desses animais por meio de atividades lúdicas no ambiente escolar. A escolha de animais da Caatinga se deu por este ser um dos domínios que abrangem a área de estudo.

Os materiais elaborados discutiram conceitos relacionados à fauna nativa e exótica, além de trabalhar a memorização, interpretação e assimilação dos dados que foram apresentados. Tais pressupostos puderam contribuir para o processo de valorização da consciência ambiental dos envolvidos. Adicionalmente, favoreceram a transformação de comportamentos, uma vez que permitiu a interação entre sujeito e objeto. Esse pensamento corrobora com a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017, p. 324), ao mencionar que os estudantes devem valorizar "*[...] os elementos mais concretos e os ambientes que os cercam (casa, escola e bairro) [...]*", a fim de interagir, compreender e agir no seu entorno.

Para a confecção dos jogos foram usadas imagens de aves e mamíferos nativos. As imagens de aves foram disponibilizadas por dois biólogos no qual um deles possuía especialidade em Ornitologia (autor de um guia de aves urbanas, SILVA; AURICHIO, 2019). Por outro lado, as imagens de mamíferos foram selecionadas no

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Google Imagens. Utilizamos a opção "imagens com direitos de licença, marcado para reutilização com modificação". Os demais materiais utilizados foram: papel cartão em diferentes cores, cola branca, fita adesiva transparente, quadrados de M.D.F (Medium Density Fiberboard) com 5 cm de altura e 5 cm de espessura, tesoura, pincel, folhas A4 e envelopes de tamanho 8 x 11 cm na cor amarela.

Com o material citado, foram elaborados três jogos diferentes. Para o primeiro – "Jogo da Memória: um animal e seu nome" (Figura 1) – utilizamos: 20 imagens de aves e mamíferos impressas em papel cartão, 20 imagens com a nomenclatura científica desses animais, 40 quadrados de M.D.F com 5 x 5 cm e uma fita adesiva transparente. Após impressão, todas as imagens foram recortadas com o mesmo formato e dimensões. Em seguida, elas foram coladas nos quadrados com a fita adesiva. Depois da colagem, elas foram agrupadas dentro de uma caixa de madeira e estavam prontas para utilização.

Figura 1: "Jogo da Memória: um animal e seu nome" elaborados para aplicação durante uma oficina de Educação Ambiental em um Projeto de Extensão sobre fauna nativa

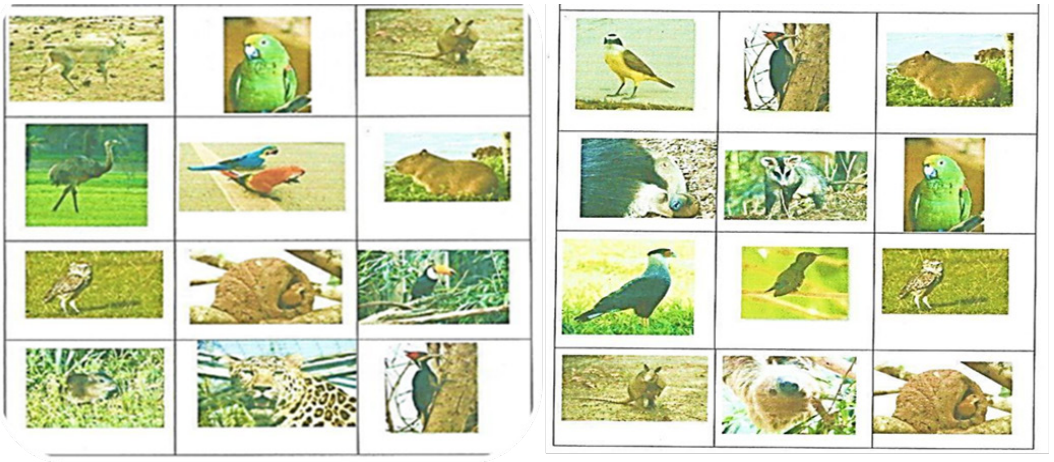


O segundo jogo foi um "Bingo Animal" (Figura 2) no qual utilizamos 40 cartelas em papel cartão, 21 imagens distribuídas entre espécies de aves e mamíferos e 60 tiras de papel A4. Organizamos diferentes combinações de 12 espécies em cada cartela e em seguida fizemos a impressão das cartelas em uma folha de papel cartão. De modo similar, sistematizamos e imprimimos 60 informações sobre essas espécies (características físicas, alimentação, sons característicos, tamanho e habitat, por exemplo) em papel A4. Diferente do bingo tradicional, as pedras deste

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

jogo eram as informações sobre os animais presentes nas cartelas. As informações foram dobradas e colocadas dentro de um saco plástico. Após isso, o jogo estava pronto para ser utilizado.

Figura 2: Jogo "Bingo Animal" elaborado para aplicação durante uma oficina de Educação Ambiental em um Projeto de Extensão sobre fauna nativa



O terceiro material produzido foi o jogo "Nomenclatura das espécies" (Figura 3). Para esse jogo foram utilizados: quatro envelopes; 12 tiras de papel A4 com nomes populares de espécies de aves nativas e exóticas; 12 tiras de papel A4 com os nomes científicos das aves; 12 tiras de papel A4 com nomes populares de espécies de mamíferos nativos e exóticos; 12 tiras de papel A4 com os nomes científicos dos mamíferos; 48 tiras de papel cartão na cor verde; quatro tiras de papel cartão nas cores roxo, verde, vermelho e azul. Esse material foi sistematizado e impresso em papel A4.

Após a impressão e recorte das tiras com nomes populares e científicos, formatamos em tamanhos iguais ou aproximados 48 tiras de papel cartão na cor verde. Os nomes foram colados nos cartões com o auxílio de cola branca. Depois da colagem, todas as tiras de papel A4 foram misturadas e dispostas em quatro envelopes. Ao final desta etapa cada um dos envelopes tinham 12 espécies. Posteriormente, os envelopes foram nomeados com tiras de papel cartão nas cores roxo (aves nativas), verde (aves exóticas), vermelho (mamíferos nativos) e azul (mamíferos exóticos).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Figura 3: Jogo "Nomenclatura das espécies" elaborado para aplicação durante uma oficina de Educação Ambiental em um Projeto de Extensão sobre fauna nativa



Os três jogos foram planejados para serem trabalhados individualmente ou em grupo. O "Jogo da Memória" pode ser aplicado a um grupo de até cinco participantes. Esses devem ter a sua disposição uma caixa com 20 imagens (cartas) referentes às aves, mamíferos e seus nomes científicos. As imagens devem ser dispostas viradas para baixo sobre uma superfície. O início do jogo pode ocorrer com o lançamento de um dado e quem tirar a maior pontuação iniciará a partida. No entanto, é válido destacar que essa é apenas uma possibilidade. Fica a critério de o mediador escolher a melhor forma de iniciar.

O participante desse jogo deve virar duas cartas e colocá-las para cima de modo que os demais participantes possam ver. Primeiramente, este participante deve virar uma carta com a imagem de um animal (ave ou mamífero). Posteriormente, ele tem que virar uma carta com o nome popular e científico desse animal. Caso o jogador vire duas cartas que não correspondam à imagem e o nome correto do animal, ambas as cartas devem ser viradas para baixo novamente. Em contrapartida, se o jogador virar um par de cartas coincidentes, ele ganha o par de cartas e recebe outra chance de jogar. O vencedor deve ser o participante que obtiver o maior número de pares correspondentes.

O "Bingo Animal" deve ser aplicado individualmente, pois se assemelha ao bingo tradicional. No entanto, essa é uma escolha do mediador que pode depender da quantidade de estudantes nos diferentes anos e séries de ensino. Para esse jogo, cada participante tem que ter a sua disposição uma cartela com 12 espécies de aves

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

e mamíferos. O jogo deve iniciar quando o mediador sortear as pedras (informações). Cada "número" tem que corresponder a uma informação sobre um dos animais. O participante pode marcar ponto ao relacionar as informações repassadas a um dos animais presentes na sua cartela. O vencedor deve ser o primeiro participante que encontrar todos os animais associados às informações repassadas.

O jogo "Nomenclatura das espécies" foi planejado para ser trabalhado com quatro grupos de estudantes. Cada grupo deve ter o mesmo número de participantes. Entretanto, quando essa quantidade não estiver disponível, o participante que ficar de fora deve ser colocado juntamente com o docente para auxiliar na mediação do jogo. Cada grupo deve ter a sua disposição um envelope contendo 12 fichas. Essas fichas tem que apresentar nomes populares de aves ou mamíferos, ambos podem ser nativos ou exóticos. Além disso, os nomes científicos das espécies podem estar misturados entre si.

Cada envelope a ser recebido pelos grupos tem que dispor dos seguintes nomes: aves nativas, aves exóticas, mamíferos nativos e mamíferos exóticos. Esses nomes devem representar o que cada grupo – por meio de trocas – tem que encontrar para organizarem as 12 espécies de animais nativos e exóticos, além dos seus devidos nomes científicos. Os grupos só podem fazer trocas de fichas mediante a apresentação de uma resposta correta para a pergunta – referente ao animal de uma das classes – feita pelo mediador do jogo. O grupo vencedor tem que ser o primeiro a organizar os 12 nomes de aves ou mamíferos (exóticos ou nativos) que estavam em seus envelopes aos devidos nomes científicos das espécies.

Aplicação dos jogos educativos

Os jogos educativos elaborados foram aplicados em sala de aula durante a oficina intitulada "Jogos Ambientais". Foram utilizados em três unidades escolares públicas de ensino. Os participantes eram estudantes da 1ª, 2ª e 3ª série do Ensino Médio nos municípios de Teresina (Unidade Escolar Caluzinha Freire – UECF), Lagoa Alegre (Unidade Escolar Elon Machado Moita – UEEMM) e Nazária (Unidade Escolar Hildon Leite – UEHL). As escolas situam-se no estado do Piauí, Nordeste do Brasil.

Participaram das oficinas 107 estudantes: 37 estudantes da UECF, 54 da UEEMM e 16 da UEHL. Com a aplicação dos jogos didáticos verificamos se eles eram adequados, atrativos, promoviam aprendizagens e tinham limitações. Para

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

isso, foram utilizadas quatro questões objetivas sobre o funcionamento dos jogos. Os participantes que vivenciaram a oficina e testaram os materiais foram convidados a expressar suas perspectivas acerca dos jogos. As análises desses questionários estão sumarizadas na Figura 4.

Quadro 1: Análise dos questionários aplicados após a oficina "Jogos Ambientais"

	Questionamentos	Respostas		
		Jogo da Memória	Bingo Animal	Nomenclatura das espécies
Adequabilidade	1- Você apresentou dificuldades na compreensão das regras dos jogos?	Sim: 90 alunos Não: 17 alunos	Sim: 95 alunos Não: 12 alunos	Sim: 82 alunos Não: 25 alunos
Adequabilidade	2- Você considera que os jogos estão em níveis adequados para serem aplicados a outros públicos?	Sim: 102 alunos Não: 05 alunos	Sim: 81 alunos Não: 26 alunos	Sim: 70 alunos Não: 37 alunos
Atratividade	3- As imagens dos animais são atrativas e despertam curiosidades?	Sim: 98 alunos Não: 09 alunos	Sim: 94 alunos Não: 13 alunos	Sem imagens
Aprendizagem	4- Você obteve algum conhecimento novo sobre a temática com a aplicação dos jogos?	Sim: 105 alunos Não: 02 alunos	Sim: 101 alunos Não: 06 alunos	Sim: 99 alunos Não: 08 alunos
Limitações	5- Em sua opinião, o que poderia ser modificado no formato de cada jogo?	Nome do animal na imagem	Nome do animal na imagem Animais da mídia	Quantidade de espécies e informações

Com base nos questionamentos 1 e 2, foram analisadas a adequabilidade dos jogos conforme a opinião dos participantes. Verificamos que 84,11% dos estudantes relataram que as regras do "Jogo da Memória: um animal e seu nome" são simples e de fácil compreensão. Um total de 95,33% acredita que esse jogo deve ser aplicado a demais estudantes em diferentes unidades escolares. Dados similares também foram encontrados para os questionamentos 1 e 2, respectivamente, nos jogos "Bingo Animal" (n = 95; 88,78% e n = 81; 75,70%) e "Nomenclatura das espécies" (n = 82; 76,63% e n = 70; 65,42%).

Huizinga (2019) menciona que o jogo é considerado uma atividade exercida segundo regras livremente concebidas. Contudo, essas regras são absolutamente obrigatórias. São dotadas de um sentimento de tensão, alegria e consciência de ser diferente da vida cotidiana (HUIZINGA, 2019). Desse modo, a partir dos nossos achados torna-se evidente que os estudantes compreenderam as regras dos jogos

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

e querem que tais sensações e conhecimentos sejam vivenciados por outros estudantes. A socialização dessas experiências também contribui para a construção do conhecimento. Além disso, permite que os estudantes se familiarizem com a temática proposta.

Em relação às imagens de animais utilizadas no "Jogo da Memória" e "Bingo Animal" (Tabela 1), nós esclarecemos as principais características, comportamentos e habitats em que vivem os animais. Nesse momento de discussões, alguns dos envolvidos apresentaram suas dúvidas sobre conteúdos como a alimentação do tamanduá-mambira, onça-pintada e a ema, por exemplo. Para Rosa (2009) é preciso reconhecer que durante a aplicação dos jogos ocorre uma inquietação acerca dos conteúdos abordados, principalmente quando se tratam de jogos educativos. O autor destaca também que essas discussões estimulam o comportamento cooperativo e os participantes passam a ter uma preocupação com o outro. Assim, vivenciam orientações humanistas do meio ambiente e os seres vivos.

De acordo com 91,59% e 87,85% dos estudantes, as imagens dos jogos da Memória e Bingo, respectivamente, são atrativas e despertam curiosidades. De fato, a utilização de recursos didáticos com estímulos visuais favorece para o aprendizado e assimilação de conceitos. Essa estratégia tem sido evidenciada não somente aqui no Brasil, mas também em outros estudos que associam questionários às fotografias animais em países como Holanda, Estados Unidos, Suíça, Finlândia, Noruega e Lituânia (PALMBERG *et al*., 2015; ARUGUETE *et al.,* 2019; HOOYKAAS *et al.,* 2019).

Tabela 1: Espécies de aves e mamíferos utilizadas nos jogos educativos

(continua...)

Espécies utilizadas (imagens)		Jogos educativos	
Nomes científicos	Nomes populares	Jogo da Memória	Bingo Animal
Turdus rufiventris	sabiá-laranjeira	X	X
Pitangus sulphuratus	bem-te-vi	X	X
Chrysocyon brachyurus	lobo-guará	X	
Kerodon rupestris	mocó	X	X
Trogon curucui	cancão-de-fogo	X	
Egretta thula	garça-branca-pequena	X	X
Priodontes maximus	tatu-canastra	X	
Tolypeutes tricinctus	tatu-bola	X	X
Rupornis magnirostris	gavião-carijó	X	
Eupsittula aurea	periquito-rei	X	X
Puma concolor	onça-parda	X	X

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

(conclusão)

Tamandua tetradactyla	tamanduá-mambira	X	X
Pteroglossus aracari	araçari-de-bico-branco	X	
Amazilia fimbriata	beija-flor-de-garganta-verde	X	X
Bradypus variegatus	bicho-preguiça	X	X
Leopardus wiedii	gato-maracajá	X	
Columbina squammata	rolinha-fogo-apagou	X	X
Campephilus melanoleucos	pica-pau-de-topete-vermelho	X	X
Tapirus terrestris	anta	X	X
Panthera onca	onça-pintada	X	X
Mazama amaricana	veado		X
Rhea americana	ema		X
Ramphastos toco	tucano		X
Hydrochoerus hydrochaeris	capivara		X
Procyon lotor	guaxinim		X
Furnarius rufus	joão-de-barro		X
Caracara plancus	falcão-carcará		X

O questionamento 4 foi feito para verificar a aprendizagem dos estudantes promovida a partir dos jogos educativos aplicados. De modo geral, os participantes relataram obter algum tipo de conhecimento até então desconhecido com o "Jogo da Memória" (n = 105; 98,13%), "Bingo Animal" (n = 101; 94,39%) e "Nomenclatura das espécies" (n = 99; 92,52%). Dentre esses conhecimentos se destacam a variação dos nomes populares e científicos das espécies nativas, pois segundo eles essas informações não são comumente destacadas na sala de aula. Embora o estudo dos animais e os diversos aspectos do reino animal sejam usualmente encontrados nos livros didáticos, isso não assegura que as espécies exemplificadas pertençam à fauna local. Sato (2002) e Genovart *et al.* (2013), por exemplo, mencionam que a utilização majoritariamente desses materiais podem limitar o conhecimento de espécies não menos importante ao ecossistema. Provavelmente porque muitos dos livros apresentam exemplares de animais exóticos em detrimento dos nativos (MIRANDA; GARCIA; VIDOTTO-MAGNONI, 2020).

No "Jogo da Memória: um animal e seu nome", os estudantes apresentaram dificuldades na associação das espécies aos seus devidos nomes. Alguns estudantes reconheciam a imagem do animal, mas não sabiam o nome. Outros reconheciam o animal, porém não sabiam mencionar o seu nome popular e consequentemente seu nome científico. Corroborando com esse achado, diferentes pesquisas no Brasil

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

destacam as dificuldades que tanto estudantes da educação básica quanto do ensino superior possuem em identificar ou nomear espécies da fauna nativa (SCHERER; PINHEIRO, 2015; PROENÇA; DAL-FARRA; OSLAJ, 2017; GOMES *et al*., 2019).

O lúdico presente no jogo "Bingo Animal", além de favorecer o aprendizado, despertou interesse. Provavelmente pelos conceitos relacionados aos animais nativos e suas características, ambos representados por meio de informações ou perguntas sobre cada animal. Nesse jogo, os estudantes demonstraram curiosidades, principalmente no reconhecimento dos animais presentes em suas cartelas. Segundo Cândido e Ferreira (2012, p. 2), *"a utilização de recursos como o jogo educativo propicia um desenvolvimento integral e dinâmico nas áreas cognitiva, linguística, moral, social e motora"*. Isso pode justificar a demonstração de concentração, raciocínio e memorização dos participantes durante a realização deste jogo.

Fato similar foi relatado para o jogo "Nomenclatura das espécies" que trazia abaixo do nome popular o nome científico da espécie. Essas informações facilitavam a troca das fichas, favorecendo agilidade em organizar os 12 nomes propostos. Esse foi o jogo em que os estudantes participaram coletivamente e tomaram decisões efetivas para o bem comum do grupo. *"A participação em jogos contribui para a formação de atitudes sociais como companheirismo, honestidade, cooperação, obediência e entendimento das regras, senso de responsabilidade, iniciativa grupal e individual"* (CÂNDIDO; FERREIRA, 2012, p. 2). Para as autoras, essas interações em grupo propiciam o desenvolvimento de novas habilidades, competências e decisões próprias. Corroborando com esse pensamento, a Lei de Diretrizes e Base (LDB), na seção IV – Do Ensino Médio, em seu Artigo 35, Capítulo III, pontua *"o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico"* (BRASIL, 2017, p. 24).

O questionamento 5 estava direcionado para as limitações dos jogos apresentados. No "Jogo da Memória" os estudantes apontaram que a presença tanto dos nomes populares quanto científicos facilitaram para o reconhecimento dos animais presentes nas peças. Eles relataram, entretanto, que se os nomes populares estivessem representados nas imagens dos animais (cartas) facilitaria para reconhecimento do animal no momento da formação de pares. Esse apontamento também foi reportado durante a execução do "Bingo Animal". Além disso, os participantes mencionaram que se as imagens no bingo fossem de animais como girafa, zebra, elefante e rinoceronte seriam mais fáceis deles reconhecerem e assimilarem as informações.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Oliveira *et al*. (2019) sugerem que esses grandes mamíferos são frequentemente relados por estudantes porque são espécies comumente divulgadas nos meios de comunicação. Adicionalmente, essas espécies são consideradas emblemáticas (ver CLUCAS; MCHUGH; CARO, 2008; ALBERT; LUQUE; COURCHAMP, 2018).

Para o jogo "Nomenclatura das espécies", os estudantes apontaram fatores limitantes como a quantidade de espécies utilizadas e informações repassadas sobre essas espécies. Segundo eles o número de espécies por grupo deveria ser menor que as doze sugeridas. Eles relataram que as informações eram poucas, fazendo com que eles levassem muito tempo para se organizar e trocar de fichas. Nesse sentido, consideramos que esse foi o jogo com sugestões pertinentes que devem ser repensadas para o melhor desempenho e aprendizagem dos participantes.

Como sugerido por Sato (2002), a educação para com o meio ambiente deve estar presente na elaboração de diferentes recursos didáticos. Para a autora os conteúdos devem se aproximar do contexto local dos estudantes. Nessa perspectiva, a proposta dos jogos educativos elaborados foi condizente com os objetivos de reconhecimento das espécies nativas da Caatinga. Adicionalmente, o material elaborado pode atuar na valorização e conservação dessas espécies por meio de atividades lúdicas no ambiente escolar. Mesmo diante das limitações foi possível perceber que os participantes verbalizaram alusões ao contexto da fauna nativa e demonstraram estar sensibilizados para a importância de conhecer espécies locais, assim como atuarem em prol da sua conservação.

Considerações finais

Apresentamos neste artigo três jogos educativos e seus níveis de adequabilidade, atratividade, aprendizagem e limitações conforme os participantes do jogo. De acordo com o relatado e nossas observações, podemos destacar que a experiência com a elaboração e aplicação de jogos para o ensino da fauna nativa – mais precisamente aves e mamíferos da Caatinga – propiciou situações de aprendizagem e ressignificação dos conteúdos destacados. A aproximação de espécies locais contribuiu para o reconhecimento dos animais, assim como despertou o interesse dos estudantes em saber mais sobre esses animais. Apesar disso, é importante destacarmos que muitas espécies da fauna nativa foram pouco conhecidas pelo nome popular e segundo os alunos não são abordadas em sala de aula ou exemplificadas nos livros didáticos.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Consideramos que análises futuras sobre o potencial didático e de sensibilização do "Jogo da Memória: um animal e seu nome", "Bingo Animal" e "Nomenclatura das espécies" para o ensino da fauna nativa ainda necessitam ser desenvolvidas com mais especificidades. Acreditamos que estudos mais detalhados nos permitiriam observar outras relações estabelecidas entre: (a) jogadores; (b) pesquisadores; (c) materiais elaborados e aplicados; e (d) conteúdos de ensino e aprendizagem que podem ser relevante para o aperfeiçoamento, desempenho e envolvimento dos participantes.

Birds and mammals of the caatinga: experiences with educational games for the valorization of the local fauna

Abstract

Educational games have significant potential to stimulate teaching and learning. These are resources that relate theory and practice in the most varied contents. In addition, they can stimulate cognitive skills such as problem solving, creativity, quick thinking and criticality. Therefore, this article aimed to analyze three educational games for the recognition of birds and mammals in the Caatinga in terms of suitability, attractiveness, learning and limitations. The games were applied during Environmental Education workshops in three public schools in the state of Piauí, Northeastern Brazil. During the workshops, questionnaires were applied to 107 students. In general, the proposed games achieved significant results in relation to: (a) adequacy of the rules and target audience; (b) attraction, mainly about the images of animals used; (c) learning new concepts and (d) limitations pointed out by students. We believe that the educational games developed and applied are presented as an important auxiliary resource in the teaching of species of local fauna. Thus, they can easily be applied in the Science and Biology curricular subjects to raise students' awareness of the importance of conserving local fauna diversity.

Keywords: Educational games; Native animals; Science Education; Environmental education.

Referências

ALBERT, Céline; LUQUE, Gloria M.; COURCHAMP, Franck. The twenty most charismatic species. **PloS one**, v. 13, n. 7, e0199149, 2018. Disponível em: . Acesso em: 10 fev. 2020.

ARUGUETE, Mara. S. et al. Disconnection from nature and the admiration of celebrities. **Applied Environmental Education & Communication**, p.1-11, 2019.

BARROS, Thiago Pessoa et al. Obstáculos epistemológicos no uso de jogos para o ensino de ciências. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 20946-20955, 2021.

BEHLING, Greice Maia; ISLAS, Camila Alvez. Extensão universitária, educação ambiental e ludicidade na preservação de animais silvestres. **Revista Conexão UEPG**, v. 10, n. 1, 128-139, 2014.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ensino Fundamental. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&-category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 10 mar. 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular.** Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio/file. Acesso em: 10 mar. 2020.

BRASIL. Senado Federal. Lei 9394/96 – **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. LDB. 2017. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/529732/lei_de_diretrizes_e_bases_1ed.pdf. Acesso em: 12 fev. 2020.

CANDIDO, Camila; FERREIRA, Jaqueline de Freitas. Desenvolvimento de material didático na forma de um jogo para trabalhar com zoologia dos invertebrados em sala de aula. **Cadernos da Pedagogia**, v. 6, n. 11, 2012.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. **Educação ambiental**: a formação do sujeito ecológico. Cortez Editora, 2017.

CASTRO, André V.; SILVA, Júlio A.; SARINHO, Vitor T. Resgate Animal: Um Jogo Educativo para Preservação da Fauna Brasileira. In: **Anais do XVIII Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe**, p. 60-65, 2018.

CLUCAS, Barbara; MCHUGH, Katherine; CARO, Tim. Flagship species on covers of US conservation and nature magazines. **Biodiversity and Conservation**, v. 17, n. 6, p. 1517, 2008.

DIAS, Raphael Igor; REIS, Brenda Elias. Conhecer para conservar: reconhecimento da fauna nativa do cerrado por alunos do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 13, n. 4, p. 260-280, 2018.

GENOVART, Meritxell et al. Holding up a mirror to the society: Children recognize exotic species much more than local ones. **Biological conservation**, v. 159, p. 484-489, 2013.

GOMES, Marcos Aurélio de Amorim et al. High school students' knowledge of endangered fauna in the Brazilian Cerrado: A cross-species and spatial analysis. **PloS one**, v. 14. n. 4, e0215959, 2019.

HOOYKAAS, Michiel J. et al. Identification skills in biodiversity professionals and laypeople: A gap in species literacy. **Biological Conservation**, v. 238, p.108-202, 2019.

HUIZINGA, Johan. **Homo ludens.** Editora Perspectiva SA, 2019.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Fauna Brasileira**, 2014. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira. Acesso em: 20 jun. 2019.

JACOBI, Pedro R. Meio ambiente, riscos e aprendizagem social. **Revista Cadernos de Pesquisa: Pensamento Educacional**, v. 10, n. 26, p. 346-364, 2015.

KISHIMOTO, Tizuko M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. Cortez editora, 2017.

LINDEMANN□MATTHIES, Pietra. Investigating nature on the way to school: responses to an educational programme by teachers and their pupils. **International Journal of Science Education,** v. 28, n. 8, p. 895-918, 2006.

MENDES, Michel. **O jogo Probio e a visão sistêmica em Educação Ambiental**. Caxias do Sul: UFRS, 2016. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS, Brasil, 2016.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

MENEZES, Isiara Silva et al. Jogo didático como ferramenta para a Educação Ambiental no município de Itapetininga (BA). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 11, n. 5, p. 19-29, 2016.

MIRANDA, S. No Fascínio do jogo, a alegria de aprender. **Ciência Hoje**, v.28, p. 64-66, 2001.

MIRANDA, Cristiane Bazzo; GARCIA, Diego Azevedo Zoccal; VIDOTTO-MAGNONI, Ana Paula. Os vertebrados brasileiros em livros didáticos de biologia. **Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 7, p. 71-85, 2020.

OLIVEIRA, Keiliane Almeida; SILVA, Jackson Rubem Rosendo. A contribuição das oficinas de educação ambiental na formação de cidadãos. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 4, n. 1, p. 244-257, 2021.

OLIVEIRA, José Valberto. Wild vertebrates and their representation by urban/rural students in a region of northeast Brazil. **Journal of ethnobiology and ethnomedicine**, v. 15, n. 1, 2019.

PALMBERG, Irmeli. et al. Nordic–Baltic student teachers' identification of and interest in plant and animal species: The importance of species identification and biodiversity for sustainable development. **Journal of Science Teacher Education**, v. 26, n. 6, p. 549-571, 2015.

PATRICK, Patricia. et al. Students (ages 6, 10, and 15years) in six countries knowledge of animals. **Nordic Studies in Science Education**, v. 9, n. 1, p. 18-32, 2013.

PRESTI, Flavia Torres. Conhecendo a arara-azul-grande: confecção e aplicação de um jogo didático como parte das ações de Educação Ambiental visando à conservação da espécie**. Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA),** v. 12, n. 2, p. 259-273, 2015.

PROENÇA, Mariana de Souza; DAL-FARRA, Rosano André; OSLAJ, Eduardo Ubel. Espécies nativas e exóticas no ensino de ciências: a construção de práticas educativas para o ensino fundamental. **Revista Contexto & Educação**, v. 32, n. 103, p. 213-247, 2017.

RANGEL, Mary. **Métodos de ensino para a aprendizagem e a dinamização das aulas**. Papirus Editora, 2014.

RATTO, Fabrizia et al. Global importance of vertebrate pollinators for plant reproductive success: a meta□analysis. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 16, n. 2, p. 82-90, 2018.

REIGOTA, Marcos. **O que é educação ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 2012.

RIPPLE, William J. et al. Collapse of the world's largest herbivores. **Science advances**, v. 1, n. 4, p. e1400103, 2015.

RODRIGUES, Jefferson Henrique; CAMARGO, José Tarcísio Franco; VERASZTO, Estéfano Vizconde. Desenvolvimento de jogos educativos para dispositivos portáteis: uma experiência para Educação Ambiental. **Interciência & Sociedade**, v. *2*, n. 2, 2013.

RODRIGUES, Cassiano Santos. et al. Conscientizando sobre a preservação dos animais: uma vivência com o ensino médio. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 8, n. 1, 2016.

ROSA, Antônio Victor. **Jogos educativos sobre sustentabilidade na educação ambiental crítica**. São Paulo: USP, 2009. Tese, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

SATO, Michele. **Educação Ambiental.** São Carlos: RiMa, 2002.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

SAUVÉ, Lucie. Educación Ambiental y Ecociudadanía: un proyecto ontogénico y político. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, p. 261-278, 2017.

SCALFI, Graziele; BARATA, Germana. Is the Brazilian fauna well represented on children's books?. **Revista Práxis**, v. 11, n. 22, 2019.

SCHERER, Hulia Juana; PINHEIRO, Damaris Kirsch; ESSI, Liliana. O conhecimento da Biodiversidade: um estudo de caso com estudantes de graduação de uma universidade brasileira. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, n. 2, p. 49-58, 2015.

SILVA, Alexandre Rodrigues da et al. Frugivoria e dispersão de sementes de Euterpe edulis Mart.(Arecaceae) por mamíferos e aves silvestres na Mata Atlântica do Sul do Brasil. R. bras. Zoo., p. 138-158, 2017.

SILVA, Mateus Vieira; AURICHIO, Paulo. **Aves de Teresina: guia de campo**. Terra Brasilis Editora, Piauí, 2019.

SILVA, Talita Gomes et al. Concepções sobre a Unidade de Conservação Flona/Palmares: Possibilidades para a Educação Ambiental. In: **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC**, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

SOBRINHO, Francisco. A. et al. Jogo do Boto: Serious Game para Sensibilização Ambiental de estudantes da Região Amazônica. **SBC–Proceedings of SBGames, Teresina-PI: Artigos**, p. 836-845, 2015.

TABARELLI, Marcelo et al. Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 25-29, 2018.

ZANON, Dulcimeire Aparecida Volante; GUERREIRO, Manoel Augusto dailva; OLIVEIRA, Robson Caldas. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. **Ciências & Cognição**, v. 13, n. 1, 2008.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Elaboração de um manual didático para o ensino de radioatividade fundamentado no modelo do ensino híbrido rotação por estações e na gamificação

José Eudes da Silva de Oliveira*, Bruno Silva Leite**

Resumo

A gamificação aliada ao ensino híbrido, na perspectiva das metodologias ativas, possibilita uma modificação no processo de construção do conhecimento, permitindo o protagonismo do estudante, além de inserir os meios tecnológicos e características dos jogos em um ambiente educacional, promovendo impactos positivos para as aulas de Química. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é descrever as ações norteadoras na elaboração de um manual didático para aplicação do ensino híbrido gamificado no ensino de radioatividade fazendo uso do modelo de rotação por estações. Para isso a pesquisa foi desenvolvida em duas etapas. Na primeira se realizou um levantamento das publicações sobre as metodologias ativas, o ensino híbrido e a gamificação abordados no ensino de Química. Na segunda etapa, a elucidação dos passos desenvolvidos na construção do manual didático como produto educacional. Os resultados da pesquisa mostram quantitativamente que apenas vinte e seis trabalhos sobre as temáticas investigadas foram identificadas no período entre 2010 a 2019, o que representa um número baixo de pesquisas. De posse dessas informações foi construído o manual didático para uso em sala de aula de Química.

Palavras-chave: Metodologia Ativa, Ensino Híbrido, Gamificação, Radioatividade, Ensino de Química.

* Doutorando em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Mestre em Química pelo Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFRPE). E-mail: joseeudes.oliveira@ufrpe.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8894-4521

** Doutor em Química. Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de Educação. Docente do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFRPE). Líder do Grupo de Pesquisa LEUTEQ – Laboratório para Educação Ubíqua e Tecnológica no Ensino de Química (www.leuteq.ufrpe.br). E-mail: brunoleite@ufrpe.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9402-936X.

https://10.5335/rbecm.v5i1.12821

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0

Recebido em: 11/08/2021 – Aceito em: 04/02/2022

ISSN: 2595-7376

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Introdução

O ensino de Química, de forma geral, passa por constantes processos de ressignificação, em que as metodologias de ensino e os instrumentos utilizados são alterados e modificados no intuito de contribuir para o processo de ensino e aprendizagem. A cada ano, surgem novas abordagens e teorias com o objetivo de promover uma educação igualitária e eficaz a todos. Diante desses processos de geração de novos significados para a educação, o professor, como agente atuante, é tido como um investigador que possui a característica de se indagar sobre seu modo de ensino, sua forma de atuar diante dos estudantes e com isso investigar a sua prática docente. O educador deve se questionar constantemente sobre suas estratégias de ensino, sobre os insucessos de alguns estudantes e desta maneira ser um profissional capaz de fazer críticas a sua própria metodologia de trabalho, para assim poder propor possíveis soluções para determinados problemas. Diante dessa perspectiva de trabalho docente, espera-se um posicionamento crítico do professor de Química considerando seu ambiente de trabalho, apresentando em suas aulas uma abertura para experiências inovadoras, o que segundo Slomski e Martins (2008), nem sempre acontece. Uma das novas estratégias que estão sendo utilizadas nos ambientes educacionais são as chamadas metodologias ativas.

Segundo Leite (2018) as metodologias ativas são processos amplos e dinâmicos de ensino em que o discente é colocado como protagonista da aprendizagem utilizando o pensamento e reflexão para resolver desafios presentes no seu dia a dia. Essas metodologias são imprescindíveis para a formação cidadã do jovem atual, pois ele deve ser formado para enfrentar as transformações tecnológicas, científicas e sociais, que estão e que sempre estarão em constante ascensão e avanço e, por isso, levam os jovens a viverem em busca de uma adaptação contínua às novas formas de vida e de trabalho na sociedade vigente.

Uma das formas de estimular a postura ativa do estudante no momento de construção de sua aprendizagem é utilizando a experimentação como atividade investigativa. Esta proposta é comumente observada no ensino de Química, em que o estudante é desafiado a levantar hipóteses, solucionar, investigar e interpretar os resultados referentes a determinados problemas propostos na aula, participando ativamente da construção do conceito a partir de suas observações e conhecimentos pré-adquiridos em outros momentos (VIDRIK; MELLO, 2016). Uma outra alterna-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

tiva é utilizar as tecnologias digitais com alguma metodologia ativa, conforme os pressupostos da aprendizagem tecnológica ativa (LEITE, 2018). Nesse sentido, as escolas, como ambientes sociais, devem promover e incentivar o uso das tecnologias digitais em atividades com os estudantes, possibilitando uma aproximação das atividades práticas, realizadas presencialmente, para atividades digitais que permitem maior interação entre os participantes, principalmente quando as atividades não são possíveis de serem realizadas presencialmente por diferentes limitações que vão desde a problemas com estruturas físicas passando por localização geográficas até problemas sociais da própria escola (LEAL; SEPEL, 2017).

A imersão digital em que a sociedade está atualmente inserida dita o ritmo das interações sociais dos indivíduos e a forma como os sujeitos trocam informações por meio de ambientes virtuais devem ser levadas em consideração nas metodologias escolhidas pelos professores, uma vez que essas interações e informações possibilitam a construção do conhecimento pelos usuários. Percebe-se então, que a comunicação entre as pessoas sofreu grande aceleração nos últimos anos, modificando assim a forma como os indivíduos assimilam tudo que está em sua volta. Talvez, seja por isso que o ritmo de aprendizagem de cada estudante também se tornou muito mais diferente do que já era observado em décadas passadas. Assim, para solucionar esse desnivelamento de ritmos de concepções de conhecimento e direcionar o uso das tecnologias dentro do ambiente educacional como meio provedor de acesso a ambientes virtuais/práticos de ensino, o uso das metodologias ativas podem contribuir para uma aprendizagem centrada nos estudantes, permitindo que estes possam fazer uso das tecnologias digitais enquanto aprofundam seu conhecimento em determinada área do saber.

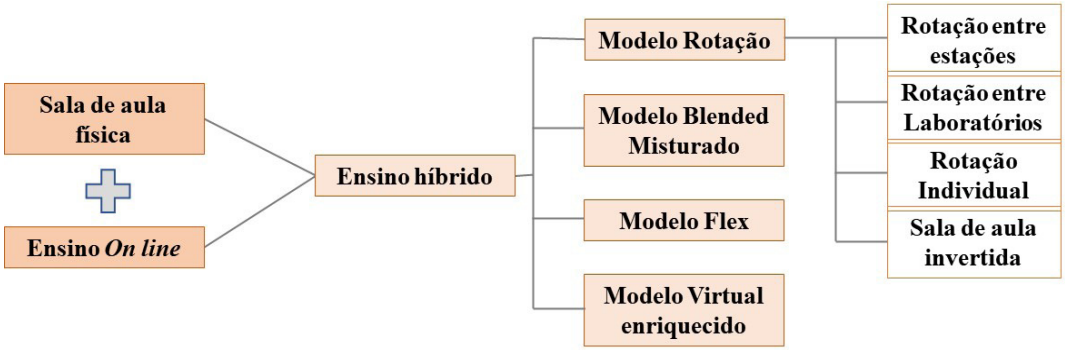
A utilização das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) dá abertura para que o processo de ensino e aprendizagem venha acontecer de diferentes e novas formas possibilitando inovação nas metodologias empregadas no meio escolar (LEITE, 2015; FOFONCA et al., 2018). Paralelo a esse pensamento, Cremonez (2017), vem advertir que o uso livre e desarticulado das TDIC dentro de uma metodologia empregada em sala de aula, não é a solução para todos os problemas educacionais no sistema de ensino brasileiro, uma vez que alguns professores utilizam apenas essa inserção das TDIC como disfarce para o ensino tradicional de memorização e recepção de conceitos. De certo modo, estes professores “fogem” da ideia de mudança dos paradigmas tradicionalistas perdendo também toda a poten-

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

cialidade que essas tecnologias podem apresentar para a construção de conhecimento entre professor e estudante.

Ao inserir o protagonismo do discente no processo de ensino e acrescer o uso das TDIC durante essa metodologia educacional surge a ideia de Aprendizagem Tecnológica Ativa (ATA), que pode ser compreendida como a incorporação da Tecnologias digitais dentro do âmbito das metodologias ativas inseridas no processo de construção do conhecimento. Essa abordagem faz uso de atributos do meio tecnológico como alicerce para o protagonismo do estudante em um processo metodologicamente ativo. Tendo em vista o grande número de recursos digitais disponíveis na internet, o uso das tecnologias digitais pode promover uma variedade de possibilidades de uso dessa combinação, gerando assim diversos tipos de atividades para diferentes áreas do conhecimento (LEITE, 2018). Uma das atividades possíveis está na metodologia do ensino híbrido que, segundo Andrade e Souza (2016), combina ensino presencial e ensino on-line (virtual). Esta metodologia está subdividida em quatro modalidades, Flex, À *La Carte*, Virtual Enriquecido e Rotação. A modalidade Rotação, está é dividida em mais quatro subdivisões: Rotação por Estações de Trabalho, Laboratório Rotacional, Sala de Aula Invertida (a mais conhecida) e Rotação Individual, conforme por ser visto na Figura 1.

Figura 1: Esquematização do Ensino Híbrido



Fonte: Adaptado de Horn e Staker (2015).

Todos os modelos do Ensino Híbrido exigem um momento *on-line* mesclado a uma aula presencial. Por exemplo, o ***modelo rotação por estações*** possibilita que os discentes passem determinados tempos, pré-estabelecidos, em estações de ensino diferentes, em que uma delas necessariamente funciona em um ambiente

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

on-line (SILVA, 2016). Nos demais modelos de ensino híbrido (Flex, À *La Carte* e Virtual Enriquecido), o ambiente *on-line* funciona como eixo norteador do processo de ensino e aprendizagem, além de serem considerados disruptivos (SILVA; SILVA NETO; LEITE, 2021). Para Barion e Melli (2009), durante a execução do modelo de rotação as características inseridas do momento presencial e *on-line* devem levar em consideração os melhores pontos aplicáveis a realidade dos discentes. Ademais, observa-se que a postura do professor é desafiada a cada nova metodologia aplicada promovendo o docente de replicador de conceitos para mediador da aprendizagem fazendo uso das tecnologias digitais e de estratégias inovadoras (GUBERT; MACHADO, 2009; LEITE, 2018).

Uma estratégia que também vem sendo muito utilizada após o ano de 2010 em empresas, plataformas de web e contextos escolares para promover engajamento de pessoas e o rendimento em determinadas ações é conhecida como gamificação (em inglês *gamification*). A gamificação pode ser compreendida como sendo a utilização de elementos característicos dos jogos em momentos que não são jogos com o objetivo de estimular comportamentos e posturas dos indivíduos sobre determinadas situações (ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011; COSTA; MARCHIORI, 2016; LEITE, 2017). Apesar da semelhança entre os termos, a gamificação não é uma estratégia que possui a intenção de produzir um jogo, ela tem a pretensão de fazer uso dos elementos básicos dos jogos, aprendizagem, mecânica dos jogos (regras, dinâmica e estética), pensamento de jogo (meta, *feedback*, participação), motivação e narrativa, em uma atividade que é tida como atividade gamificada (BUSARELLO, 2016; OLIVEIRA; LEITE, 2021). Existem três elementos que são imprescindíveis na estrutura de um game: dinâmica (emoções, narrativas, progressões, relacionamento e restrições), mecânica (aquisição de recursos, *feedback*, chance, competição, desafios e recompensas) e componentes (avatar, bens virtuais, níveis, missão, pontos, *ranking*, times, integração, *loops* de engajamento, regras e presentes). Cada elemento individualmente possui a capacidade de envolver o indivíduo de diferentes formas em uma atividade promovendo o aumento de tempo gasto na sua execução para torná-la mais atrativa. Apesar de todos os pontos fortes, que podem ser promovidos pelo uso da gamificação em ambientes educacionais, a utilização dessa técnica em aulas de Química ainda acontece de forma discreta e isso é perceptível pelo número de trabalhos acadêmicos, artigos, teses e dissertações

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

que foram produzidos nos últimos anos contendo essa abordagem como objeto de estudo (LEITE, 2017).

Outro tema pouco abordado em trabalhos que relatam estratégias para o ensino de Química é sobre o ensino da Radioatividade, quando comparado com outros conteúdos da Química (modelos atômicos, cinética, tabela periódica, termodinâmica etc.). Essa pouca produção pode ser reflexo de limitações na formação inicial, em que alguns cursos da licenciatura não abordam os conteúdos envolvendo a radioatividade ou quando abordam o fazem de forma superficial, conduzindo a uma formação simplista no conteúdo gerando lacunas de aprendizagem, fazendo com que os professores (estudantes que se formaram com esta lacuna) não trabalhem a temática em suas salas de aula, se repetindo ao logo do processo de formação do estudante/professor gerando um ciclo repetitivo (SILVA; CAMPOS; ALMEIDA, 2013; OLIVEIRA; LEITE, 2021). Existe também um ponto conflitante para o ensino da Radioatividade que é o fato dela ser ligada a armamentos nucleares, lixos atômicos e acidentes nucleares gerando uma aversão ao conteúdo, por parte de alguns estudantes, ao considerá-lo maléfico a saúde humana e com isso optando por evitá-lo, além de ocorrer situações em que se atribui aos professores de Física a responsabilidade de ministrarem este conteúdo. Todavia, sabe-se da importância dessa temática para a cidadania ajudando a compreender e ter um pensamento crítico sobre energia, meio ambiente, aplicações medicinas, dentre outros.

Diante disso, a construção de recursos didáticos sobre o ensino da radioatividade fazendo uso de estratégias de ensino que utilizem as TDIC e as metodologias ativas, se mostram necessários para que os docentes possam aplicar em suas práticas pedagógicas, possibilitando a quebra de alguns paradigmas educacionais (por exemplo, ensino meramente expositivo e não dialogado). Portanto, este trabalho tem como objetivo descrever as ações norteadoras na elaboração de um manual didático com uso do modelo de rotação por estações baseado na aprendizagem tecnológica ativa paro o ensino de radioatividade em turmas do ensino médio. Para isso, esta pesquisa investigou trabalhos produzidos na área que utilizam o modelo de rotação por estações e a aprendizagem tecnológica ativa em Química. Cabe ressaltar, que este manual será aplicado como produto educacional em uma pesquisa realizada no mestrado profissional em Química em rede nacional (PROFQUI).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Metodologia da pesquisa

De modo a alcançar o objetivo desta pesquisa, consideramos a abordagem qualitativa, pois a concepção do produto gerado possibilita o crescimento da aprendizagem na comunidade escolar (SERBIM, 2018) e com isso também constrói dados numéricos sobre trabalhos que podem ser usados em pesquisas futuras. Destarte, esta pesquisa foi realizada duas etapas:

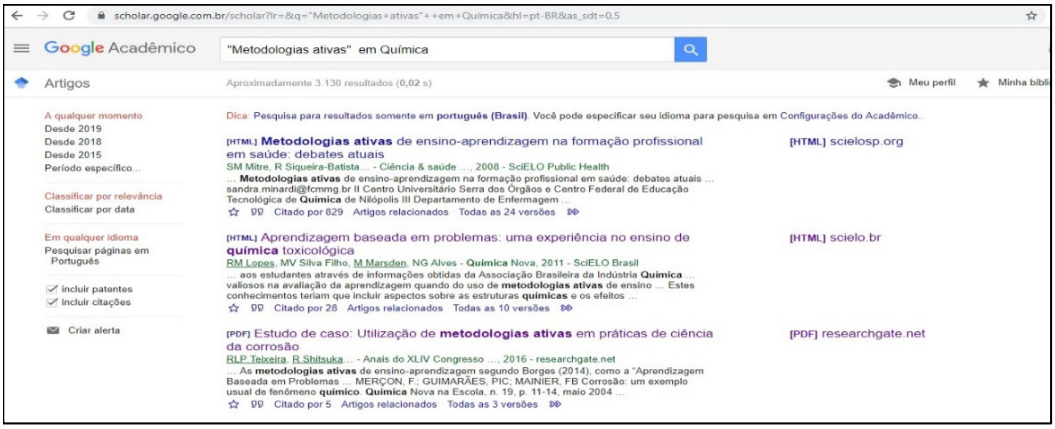
1ª etapa: realizou-se um levantamento de artigos, monografias, dissertações e teses em sites e periódicos *on-line* (*Google* Acadêmico, *Scielo*, *Eric Base* e Biblioteca Digital Brasileira de teses e Dissertações - BDTD) no período de 2010 a 2019 que continham em seus títulos expressões como "metodologias ativas", "ensino híbrido" e "gamificação" aplicados no ensino de Química. O objetivo deste levantamento foi coletar dados e informações das pesquisas sobre as temáticas descritas, de modo a contribuir para o embasamento teórico na construção do manual didático, além de obter dados quantitativos evidenciando a relevância das produções na área.

Inicialmente foram determinadas três expressões chaves para realizar o *corpus* da pesquisa, priorizando as suas relações diretas com o ensino de Química. Considerando o baixo número de trabalhos encontrados, após uma sondagem geral nas plataformas de pesquisas, prefixou-se as expressões como Metodologias ativas, Ensino híbrido e Gamificação diretamente com a palavra "Química" para que a pesquisa pudesse ser mais abrangente e fosse possível fazer uma maior coleta de dados. Assim, os descritores exatos estabelecidos na busca foram: (i) Metodologias ativas em Química; (ii) Ensino Híbrido em Química; (iii) Gamificação em Química.

Todos os trabalhos encontrados que continham em seu título a expressão pesquisada ou subtópicos da expressão buscada foram organizados em quadros para sua posterior apresentação. Para a coleta destes dados, utilizou-se o Google acadêmico, plataforma geralmente utilizada por pesquisadores, que possui ferramentas de busca específica para literatura acadêmica. Ao acessar a busca selecionada, como pode ser verificado na Figura 2, foi escolhida as opções "a qualquer momento", "classificar por relevância" e "em qualquer idioma" para que se pudesse ter um maior número de trabalhos encontrados nas páginas da pesquisa.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Figura 2: Página de pesquisa sobre Metodologias ativas em Química do Google acadêmico



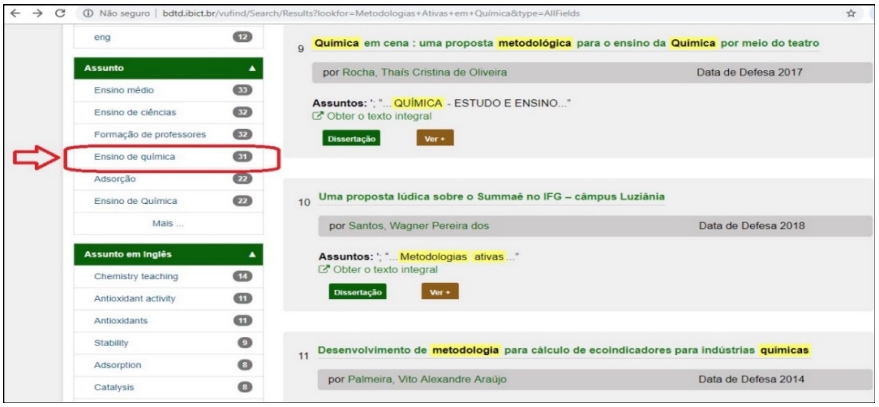
Fonte: Extraído de https://scholar.google.com.br

Para a coleta das informações no *corpus* da pesquisa, foi utilizado a estratégia de *scanning*[1] para leitura dos resumos dos trabalhos encontrados na plataforma tendo como foco trabalhos que relacionassem de fato os termos pesquisados, pois em alguns trabalhos a palavra Química não estava relacionada a disciplina e sim a expressões genéricas como por exemplo: "dependência química". O mesmo procedimento foi realizado para os descritores "Ensino híbrido em Química" e "Gamificação em Química".

Na plataforma BDTD foram utilizados os mesmos termos aplicados na plataforma do *Google* Acadêmico, porém o preenchimento dos filtros aconteceu de maneira diferente. No campo de busca foi inserido o termo a ser pesquisado se realizando o refinamento da busca no tópico "Assunto", sendo escolhido o termo "Ensino de Química", para filtrar a pesquisa e diminuir o número de associações feitas pela plataforma, conforme observado na Figura 3.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

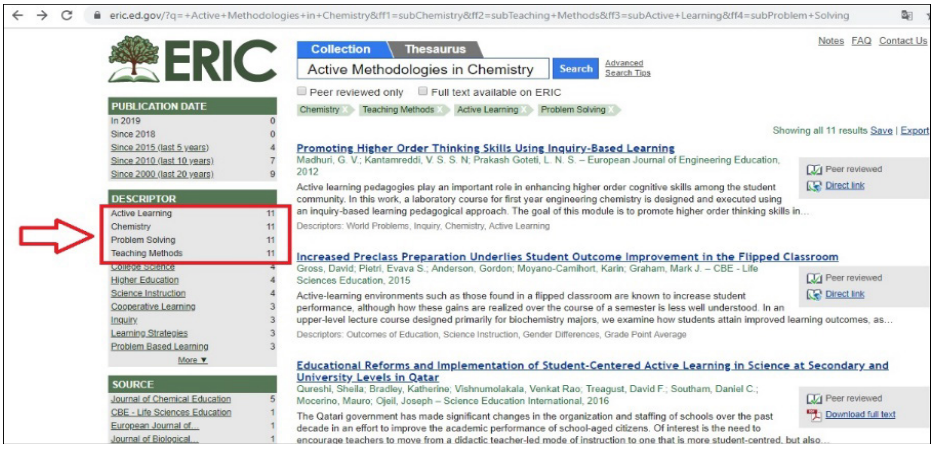
Figura 3: Tela de pesquisa sobre Metodologias ativas em Química na BDTD



Fonte: Extraído de http://bdtd.ibict.br/vufind

Na plataforma *Eric Base*, por se tratar de uma base de dados digital produzida nos Estados Unidos pelo *Departament of Education e Educational Resources Information Centercom*, os termos utilizados na pesquisa tiveram que ser traduzidos para o inglês de modo que a busca pudesse encontrar os trabalhos relacionados. Para o levantamento de dados sobre Metodologia Ativa (Figura 4) foram utilizados filtros propostos no ambiente digital que estavam diretamente relacionados com subtópicos do conteúdo intrínseco à pesquisa, como: "Aprendizado ativo", "Química", "Atitudes dos Alunos", "Métodos de ensino" e "Solução de problemas". No ambiente *Scielo* foi realizada a busca utilizando os termos pré-definidos e sem a utilização de filtros específicos.

Figura 4: Resultados da pesquisa sobre Metodologias ativas em Química



Fonte: Extraído de https://eric.ed.gov

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

2ª Etapa: teve como propósito elaborar um manual didático apresentando propostas de abordagens baseadas no ensino híbrido gamificado a partir do modelo de rotação por estação para o ensino de radioatividade. O manual foi denominado de "Manual para Aplicação de Ensino Híbrido Gamificado: O Modelo de Rotação por Estações no Ensino de Radioatividade". Para a construção desse manual foram utilizados os dados e informações obtidas na primeira etapa. Os conceitos, definições e experiências estudadas foram tomados como base para a organização e sequência lógica do manual.

O manual foi esquematizado em sequência de passo-a-passo para sua aplicação tal como também em informações gerais sobre o perfil das escolas e turmas passiveis de serem aplicadas. Além disso, o manual foi construído em formato digital e impresso e dividido em quatro capítulos para melhor organização das informações. No primeiro capítulo foram colocadas as informações referentes ao perfil da escola, do professor/mediador, da turma e dos estudantes, listando suas principais características, pré-requisitos e comportamentos esperados. No capítulo dois foram definidas as estações e subgrupos, especificando seu conceito e suas características e a divisão numérica que seria dada em cada processo. No capítulo três foi especificado como funcionará cada momento descrito no manual. Por fim, no capítulo quatro foram adicionados os apêndices referentes as atividades utilizadas no manual didático.

Os resultados referentes ao processo de levantamento dos dados (Etapa 1) e de construção do manual (Etapa 2) serão descritos na próxima seção.

Resultados

Levantamento e análise dos dados

Em relação a primeira etapa da pesquisa, realizou-se um levantamento de dados sobre as monografias, dissertações, teses e artigos disponíveis nas plataformas *on-line* do Google acadêmico, BDTD, Scielo e *Eric Base*. Para cada expressão utilizada (“Metodologias Ativas em Química”, “Ensino Híbrido em Química” e “Gamificação em Química”) serão descritos em quadros os trabalhos obtidos. O Quadro 1 expõe os trabalhos encontrados para o descritor “Metodologias ativas em Química”.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Quadro 1: Trabalhos publicados sobre Metodologias Ativas no Ensino de Química

Tipo	Nome	Autores	Ano	Local da publicação
Artigo	Aprendizagem Baseada Em Problemas: Uma Experiência No Ensino De Química Toxicológica.	Lopes, R. M.; Silva Filho, M. V.; Marsden, M.; Alves, N. G.	2011	*Revista Química Nova, v.34, n.7, 2011*.
Artigo	Flipped Classroom Modules for Large Enrollment General Chemistry Courses: A Low Barrier Approach to Increase Active Learning and Improve Student Grades	Eichler, J. F.; Peeples, J.	2016	*Chemistry Education Research and Practice, v17 n1 p197-208 Jan 2016*
Artigo	Estudo de caso: utilização de metodologias ativas em práticas de ciência da corrosão.	Teixeira, R. L. P.; Shitsuka, R.; Silva, P. C. D.	2016	Anais do XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2016.
Artigo	Metodologia ativa: um estudo de pesquisa-ação na disciplina de termodinâmica em um curso de engenharia	Boghi, C.; Shitsuka, D. M.; Shitsuka, R.	2016	*Revista da Associação Brasileira de Tecnologia Educacional, V. 31, p. 70 - 82, 2016.*
Artigo	O Peer Instruction como proposta de metodologia ativa no ensino de Química.	Dumont, L. M. M.; Carvalho, R. S.; Neves, A. J. M.	2016	*Revista de Engenharia Química e Química, v. 2, n. 3, p. 107 – 131, 2016.*
Monografia	Análise de métodos alternativos para o ensino de Química: uma síntese a partir das propostas de metodologias ativas de ensino.	Ruzza, L. F. M.	2016	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Licenciatura em Química pelo Instituto de Química, 55 f.
Artigo	Project-Based Learning in Undergraduate Environmental Chemistry Laboratory: Using EPA Methods to Guide Student Method Development for Pesticide Quantitation	Davis, E. J.; Pauls, S.; Dick, J.	2017	*Journal of Chemical Education*, v94 n4 p451-457 Apr 2017
Artigo	Gamificando as aulas de química: uma análise prospectiva das propostas de licenciandos em Química.	Leite, B. S.	2017	*Revista Renote Novas Tecnologias na Educação, v. 15, n. 2, 2017*.
Artigo	Fusing a Reversed and Informal Learning Scheme and Space: Student Perceptions of Active Learning in Physical Chemistry	Donnelly, J.; Hernández, F. E.	2018	*Chemistry Education Research and Practice, v19 n2 p520-532 Apr 2018.*
Artigo	Differentiated Impact of Flipped Instruction: When Would Flipped Instruction Work or Falter?	Holton, A.; Gu, H.; Warschauer, M.; Farkas, G.	2019	*Revista Internacional de Ensino e Aprendizagem no Ensino Superior*, v31 n1 p32-49 2019

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Dos dados apresentados no Quadro 1, foram encontrados onze (11) publicações sendo dez (10) artigos (para simplificar a análise, consideramos artigos, trabalhos publicados em periódicos ou em eventos) e uma (1) monografia. Destes trabalhos, cinco foram publicados em 2016 sendo o ano com mais produção na área pesquisada com quatro (4) artigos e uma monografia. Dos onze trabalhos encontrados, cinco (5) foram publicados em inglês, o que segundo Menezes (2015), 95% dos brasileiros não detêm conhecimento básico sobre a língua inglesa, motivo esse que os impede de crescerem profissionalmente e que nesse contexto dificulta a assimilação dos textos em inglês com a temática pesquisada, pois profissionais com dificuldade em uma segunda língua tendem a fugir do contato direto com ela.

No Quadro 2, podem ser vistos os trabalhos encontrados utilizando o descritor "Ensino híbrido em Química". Nele é possível perceber a predominância dos números de artigos publicados, seis (6) no total, em comparação com o número de dissertação, duas (2), e nenhuma tese e nem monografia. A partir desses dados, infere-se que (nesse recorte temporal utilizado na pesquisa entre 2010 e 2019) o número de pesquisas realizadas em programas de pós-graduação e em cursos de licenciaturas sobre a temática abordada no Quadro 3 foi muito inferior quando comparados a temas específicos de outras áreas da Química. Sabendo-se da importância do tema e da necessidade de trabalhos contínuos e totalmente direcionados para o ensino de Química, percebe-se a necessidade de se produzir diversos tipos de conteúdo aplicados a diferentes realidades e contextos para dar embasamento teórico para o avanço da educação em Química melhorando índices e mudando a perspectiva da disciplina dentro da educação escolar.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Quadro 2: Trabalhos Encontrados sobre Ensino Híbrido em Química

Tipo	Nome	Autores	Ano	Local da publicação
Artigo	O Descompasso Entre Ensino Híbrido e Digital Divide: Docentes de Ciências da Natureza em Foco.	Steinerta, M. E. P.; Barros, M. P.; Pereira, M. C.	2016	Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas, Londrina, v. 17, n.3, p. 209-215, 2016
Artigo	Modelos de rotação do ensino híbrido: Estações de trabalho e sala de aula invertida.	Andrade, M. C. F.; Souza, P. R.	2016	Revista E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial, v. 9, n. 1, 2016.
Artigo	Sala de aula invertida: uma análise das contribuições e de perspectivas para o ensino de química.	Leite, B. S.	2017	Revista Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (no extra) 2017.
Artigo	Sala de aula invertida no ensino de química: planejamento, aplicação e avaliação no ensino médio	Lima-Junior, C. G.; Cavalcante, A. M. A.; Oliveira, N. L.; Santos, G. F.; Monteiro-Junior, J. M. A.	2017	Revista debates em ensino de química, v. 3, n. 2, 2017.
Artigo	Concepções dos professores de química acerca da estratégia *mobile learning*: um estudo de caso.	Ferreira, T. V.; Cleophas, M. G.	2018	Revista debates em ensino de química, v. 4, n. 2 (esp) 2018.
Artigo	Rotação por estações: uma possibilidade metodológica no ensino superior para a disciplina de química geral.	Silva, A.; Lammel, I.; Nunes, J.	2018	Revista Educacional Interdisciplinar, v. 7, n. 2, 2018.
Dissertação	Ensino de soluções químicas em rotação por estações: Aprendizagem ativa mediada pelo uso das tecnologias digitais.	Serbim, F. B. N.	2018	Universidade Federal de Alagoas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, 136 f.
Dissertação	Ambiente de aprendizagem híbrido no Ensino de Química: uma perspectiva de inovação pedagógica na era da aprendizagem móvel.	Silva, E. B.	2018	Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, 136 f.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

No Quadro 3 é apresentado o resultado da pesquisa referente a "Gamificação no Ensino Química", em que foi encontrado um total de nove (9) trabalhos publicados, sendo seis (7) artigos e duas (2) dissertações. Alguns trabalhos sobre gamificação encontram-se presentes no Quadro 2, pois como o tema gamificação está inserido em metodologias ativas, que é uma temática mais abrangente, esses trabalhos também foram computados na inserção do primeiro filtro de busca dessa pesquisa.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Quadro 3: Trabalhos encontrados sobre Gamificação em Química

Tipo	Nome	Autores	Ano	Local da publicação
Artigo	Ambiente de Ensino de Química Orgânica Baseado em Gamificação.	Fernandes A.M.R.; Castro, F.S.	2013	Revista de extas e TECnológicas, v. 4, n. 2, p. 24-34, 2013.
Artigo	VirtuaLabQ – Ambiente para a Prática Experimental de Transformações Químicas.	Ramos, S.; Pimentel, E. P.	2015	Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2015)
Artigo	*Gamificación y la FísicaQuímica de Secundaria*.	Pérez, F. Q.	2016	Education in the Knowledge Society, v. 17, n. 3, p. 13-28, 2016.
Artigo	Mapas Conceituais e *Storyboard* como Metodologia para a Produção de Aplicativo Gamificado para o Ensino de Ciências.	Américo, M.	2016	Revista de estudios para el desarrollo social de la comunicación, n. 14, p. 2847, 2016.
Artigo	*Aplicación de herramientas de gamificación em física y química de secundaria*.	Pérez, F. Q.	2016	Opción, Año 32, Especial, n. 12, p. 327-348, 2016.
Artigo	Gamificando as aulas de química: uma análise prospectiva das propostas de licenciandos em Química.	Leite, B. S.	2017	*Revista Renote Novas Tecnologias na Educação, v. 15, n. 2, 2017*.
Artigo	Gamificação e QRCODE: Ferramentas motivadoras utilizadas nas aulas de ciências da natureza em EAD para aprendizagem dos conteúdos.	Pereira, S. L. P. O.; Ferreira, G. R. A. M.	2017	Anais do 23° CIAED Congresso internacional Abed de educação a distância, n. 23, p. 370-378.
Dissertação	Os efeitos do Game Design no processo de criação de jogos digitais utilizados no ensino de Química e Ciências: o que devemos considerar?	Guerreiro, M.A.S.	2015	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Pós-Graduação em Educação para a Ciência, 297 f
Dissertação	Laboratório virtual gamificado para a prática experimental no ensino de química.	Pereira, S.R.C.	2015	Universidade Federal do ABC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Informação, 153 f.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Com o objetivo de visualizar a produção acadêmica e a popularização dessas expressões em títulos de trabalhos científicos nos últimos 10 anos foi elaborado uma tabela com o número total dos trabalhos encontrados na pesquisa por ano (Tabela 1).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Tabela 1: Artigos, monografias, dissertações e teses organizadas por ano de publicação

Ano de Publicação	Artigos	Monografias	Dissertações	Teses
2010	-	-	-	-
2011	1	-	-	-
2012	-	-	-	-
2013	1	-	-	-
2014	-	-	-	-
2015	1	-	2	-
2016	9	1	-	-
2017	5	-	-	-
2018	3	-	2	-
2019	1	-	-	-
Total	21	1	4	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A partir dos dados apresentados na Tabela 1, é possível inferir que o quantitativo de trabalhos encontrados com as expressões exatas ou expressões de subtópicos relacionados nos títulos de trabalhos acadêmicos é muito ínfima quando comparadas as publicações na área de Química. Se compararmos com o período de 2004 a 2013 o número de artigos científicos publicados na área de Química no Brasil foi de 42.954 (MENEZES; CAREGNATO, 2018), o que supera o recorte temporal desta pesquisa. Segundo Stanzani e colaboradores (2013) após o ano de 2011, ano internacional da Química, houve um crescimento exponencial das publicações em todas as áreas da Química, como também com a abertura de discussões de variados temas dentro da área de ensino de Química. Percebe-se que o ano citado (2011) coincide com o ano da primeira publicação mostrada na Tabela 1, dando o indicativo da abertura de discussões sobre temas que eram inéditos ou, até então, não eram tão trabalhados no ensino de Química. Em 2016, os termos pesquisados alcançaram um total 38,46% dos trabalhos apresentados no Tabela 1 apresentando assim o seu maior percentual entre os dez anos pesquisados.

Nesse contexto, diante dos dados apresentados apontamos a necessidade da produção científica na área de metodologias ativas em Química, ensino híbrido em Química e gamificação em Química, tendo em vista, que essas metodologias e estratégias de ensino apresentam boa aceitação no ambiente escolar. Além disso, elas podem ajudar na postura do estudante frente a disciplina de Química facilitando o trabalho docente devido ao aumento da aspiração de estudo por esta Ciência.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Construção do manual didático

A elaboração do manual se deu a partir dos dados obtidos na primeira parte da metodologia, para assim, embasar e orientar a escolha de cada atividade utilizada no instrumento pedagógico elaborado e com isso foi possível inserir os conceitos de cada tema (metodologias ativas, ensino híbrido e gamificação) nas propostas das atividades, nas relações entre os alunos, na integralização da turma, nos momentos de aula e no próprio uso do manual em si. Foi possível criar um material didático de baixo custo, acessível e de fácil aplicação em sala de aula. A escolha do ensino híbrido gamificado utilizando um modelo de rotação por estação para o ensino da radioatividade aconteceu pela atual percepção de que a educação em Química, como as demais áreas, apresenta um constante processo de aperfeiçoamento de suas técnicas e estratégias de ensino tendo em vista que aprender é um processo múltiplo, contínuo, híbrido, formal, informal, intencional e não intencional, devendo levar o professor a busca de novas técnicas pedagógicas. Nesse sentido, o uso do ensino híbrido, segundo Moran (2017), surge como uma opção plausível, já que ele centraliza o estudante no processo de ensino colocando-o como condutor de intensidade de aprendizagem levando o discente a uma postura ativa durante o processo. Ressalta-se que, como observado no Quadro 2, o número de trabalhos produzidos na área de ensino híbrido em Química ainda é muito pequena, o que corrobora com o desenvolvimento desta pesquisa.

O manual foi escrito e dividido em **quatro capítulos** para melhor caracterização das partes nele explicitadas, pois segundo Pimentel e Fuks (2011), a escrita em capítulos ajuda na organização das ideias postas no literário produzido, uma vez que não se prende a continuidade semântica de construção e ordem dos conceitos, além de individualizar os argumentos e definições agrupando-os em tópicos comuns. Com isso, possibilita a mudança de temática no intervalo curto de escrita, ou seja, de um capítulo para o outro. A seguir apresentamos o processo de construção de cada capítulo.

Capítulos do manual didático

Capítulo 1: no primeiro capítulo é apresentado a definição e caracterização das partes do manual didático, para que este pudesse ser utilizado em um ambiente escolar listando os critérios básicos exigidos para sua respectiva aplicação. Levando em consideração que o conteúdo de Química utilizado como tema central do manual

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

é a Radioatividade, em que há uma orientação das Diretrizes Curriculares para o ensino médio (DCEM) (BRASIL, 2006) para que esse tema seja ministrado nos anos finais das três séries do ensino médio, as escolas na sua organização curricular buscam colocar esse conteúdo no final do segundo ano ou no início do terceiro ano do ensino médio (PASSOS *et al.*, 2016) justificando assim aplicação recomendada para essas séries.

A necessidade da utilização de laboratórios de informática e acesso à internet via cabo e/ou rede *Wireless* se releva necessária devido ao uso de aplicativos e *softwares* on-line durante o processo de aplicação do manual didático. Nesse mesmo capítulo também é descrito o perfil dos professores e da turma como itens caracterizados para utilização do material. O domínio básico das tecnologias digitais é exigido aos professores e estudantes, uma vez que serão utilizadas durante a execução das atividades como também, segundo Paraná (2014), eles poderão interagir efetivamente com a mudança da educação no país através da inserção de tecnologias digitais na educação ocasionando mudanças positivas.

Capítulo 2: neste capítulo é mostrado a divisão das estações (seguindo as características do modelo de rotação por estação) e subgrupos de estudantes, a organização do espaço físico em estações de trabalho ocorre para que se tenha locais fixos de aprendizagem para o desenvolvimento de atividades que possam ser executadas com ou sem a presença de um mediador e de forma interdependentes. A escolha de se trabalhar em estações de aprendizagem se deu devido ao êxito observado no trabalho de Serbim (2018), que ao escolher essa modalidade de ensino híbrido para trabalhar soluções químicas com estudantes do ensino médio, mostrando que a Química como ciência dentro do ensino médio pode ser trabalhada de forma não tradicional com uso de metodologias ativas e apesar da complexidade de certos conteúdos, a forma dinâmica de colocar o estudante para assumir uma postura ativa corrobora com o sucesso do processo.

A fragmentação do conteúdo escolhido em estações de trabalho divide a responsabilidade pelo aprendizado entre os espaços levando o discente a utilizar diferentes competências para a solução da atividade proposta em cada um desses locais tornando a construção do conhecimento algo dinâmico e único para cada estudante envolvido (BARION; MELLI, 2017). Segundo Cardozo (2004) a união de dois ou mais indivíduos em agrupamentos e a sua relação de interdependência produz resultados mais benéficos que um indivíduo trabalhando sozinho, além de ser a base de uma

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

sociedade. Com isso a divisão dos estudantes em subgrupos para o trabalho nas estações tem suas vantagens na execução da tarefa, além de melhorar a acomodação de toda a turma no momento de aprendizagem. Com a divisão ocorre a geração de um sentimento natural de competitividade entre os subgrupos, pois o êxito alcançado por um determinado subgrupo paralelo acaba desafiando o outro grupo, tornando assim a atividade proposta uma tarefa gamificada, já que há um estímulo nos discentes de um dos elementos básicos da gamificação que é a competição.

Capítulo 3: neste capítulo foram inseridos as definições e roteiros das atividades para cada momento a ser ministrado na sequência de aula. Ao todo são 4 momentos, que passamos a descrever a seguir.

→ ***Momento 1***: é utilizado para explicar aos estudantes sobre o ensino híbrido, o modelo de rotação por estação, determinação de tempo gasto em cada estação, divisão dos grupos e subgrupos[2] na turma, postura adquirida por cada grupo diante das estações, e como será a aplicação do *Kahoot!*[3] e a premiação.

→ ***Momentos 2 e 3***: são específicos para que os estudantes sejam direcionados para as 6 estações, que são ambientes fixos de aprendizagem com atividades pré-estabelecidas, em que os estudantes rotacionavam por elas em um tempo de 15 minutos. De forma a facilitar a compreensão de qual estação está sendo realizada, opta-se por atribuir nomes de elementos radioativos da tabela periódica as estações para melhor tratamento durante a aplicação da metodologia. Nesse sentido, as estações 1, 2, 3, 4, 5, e 6 foram denominadas de Polônio, Rádio, Urânio, Tório, Carbono e Plutônio, respectivamente. Cada subgrupo formado pode passar por três estações no momento 2 e mais três estações no momento 3, trocando de estação de maneira alternada. A dinâmica que ocorre em cada estação será descrita na próxima seção.

→ ***Momento 4***: é utilizado para a aplicação de uma atividade utilizando o *Kahoot!* com perguntas sobre os conteúdos presentes nas 6 estações para a resolução em grupo funcionando como a culminância do processo, juntando tudo que foi visto nas estações. Os estudantes divididos em subgrupos com a mesma organização já realizada nas rotações por estações utilizam o aplicativo *Kahoot!* que está disponível gratuitamente nas plataformas digitais para *android* e que deve ser previamente baixado conforme é solicitado no momento 1, para responder ao conjunto de perguntas propostas na atividade (Quadro 4). A escolha desse jogo para a finalização do processo de aplicação do manual se deu pelo fato de que, segundo Lima-Júnior *et al* (2017) e Leite (2020), esse recurso didático digital pode proporcionar aos discentes em Química do ensino médio um momento de descontração, autonomia, engajamento e aprendizado servindo para verificação da aprendizagem em relação aos conceitos, além de conter elementos dos games como: progressões, *feedback*, competição, desafios, recompensas, vitórias, níveis, pontos, times, ranking, regras loops de engajamento, entre outros, caracterizando-o como um momento de gamificação (LEITE, 2017).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

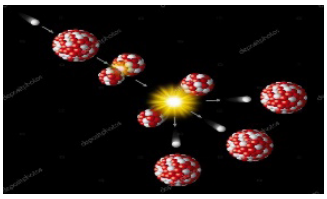
Quadro 4: Questões presentes no *Kahoot!*

(continua...)

1. Qual das opções abaixo contém apenas elementos radioativos?			
a) Carbono, Urânio e Cálcio	b) Hidrogênio, Cúrio e Tungstênio	c) *Plutônio, Carbono e Urânio*	d) Oxigênio, Flúor e Polônio
2. Qual das opções abaixo NÃO contém elementos radioativos?			
a) Ferro, Alumínio e Cobre	b) Carbono, Seabórgio e Urânio	c) Rádio, Césio e Dúbnio	d) Polônio, Iodo e Actínio
3. Qual o nome do Químico francês que foi um dos responsáveis por identificar as partículas alfa (α) e beta (β)?			
a) John Dalton	b) Pierre Curie	c) Dmitri Mendeleev	d) Linus Carl Pauling
4. Qual das emissões radioativas possui partículas pesadas com carga elétrica positiva constituída de 2 prótons e 2 nêutrons?			
a) Alfa (α)	b) Beta (β)	c) Gama (γ)	d) Fóton (γ)
5. Qual das opções abaixo contém radiações ionizantes capazes de ionizar os átomos e as moléculas com as quais interagem?			
a) Alfa (α), Beta (β) e Gama (γ)	b) Delta (Δ), Alfa (α) e Entalpia (H)	c) Beta (β), Ômega (Ω) e Pi (π)	d) Sigma (Σ), Beta (β) e Gama (γ)
6. Uma das principais propriedades dos sais de Urânio é:			
a) Inatividade Química	*b) Fluorescência*	c) Explosivos	d) Maleabilidade
7. Fluorescência é:			
a) A capacidade que uma espécie química tem de emitir luz, mesmo no escuro após absorverem radiação durante prévia exposição;			
b) O método de análise usado para determinar qualitativamente e quantitativamente a presença de metais;			
c) A interação entre estados eletrônicos e estados vibratórios			
d) O fenômeno pelo qual uma substância emite luz quando exposta a radiações do tipo ultravioleta.			
8. Qual a partícula capaz de desestabilizar um núcleo e desencadear um processo de fissão nuclear?			
a) Próton	*b) Nêutron*	c) Elétron	d) Quarks
9. A datação com carbono 14 pode ser utilizada para datar que tipo de materiais?			
a) Materiais orgânicas, como ossos, tecidos, madeira ou papel			
b) Materiais inorgânicos, como sais, ácidos, bases e sais			
c) Materiais orgânicos e inorgânicos			
d) Qualquer tipo de material independente da sua composição			
10. Qual limitação para o uso do método por datação com Carbono 14?			
a) Só pode ser utilizado para datações de até 60 mil anos atrás			
b) Só pode ser utilizado para datações de até 200 mil anos atrás			
c) Só pode ser utilizado para datações de até 1.000 anos atrás			
d) Não possui limitação			
11. Qual a margem de erro/precisão da datação com carbono 14?			
a) Mais de 10 anos	*b) Mais de 100 anos*	c) Mais de 1.000 anos	d) Mais de 10.000 anos

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

(conclusão)

12. A imagem abaixo representa:			
			
a) Processo de Fissão Nuclear em cadeia			
b) Processo de Fusão Nuclear			
c) Reação química			
d) Reação ácido-base			
13. O que está acontecendo no processo descrito abaixo:			
$^{137}_{55}Cs \rightarrow {}^{0}_{-1}\beta + {}^{137}_{56}Ba$			
a) Decaimento alfa	*b) Decaimento beta*	c) Decaimento gama	d) Reação física
14. O que está acontecendo no processo descrito abaixo:			
$_{92}{}^{238}U \rightarrow {}^{4}_{2}\alpha^{2+} + {}_{90}{}^{234}Th$			
a) Decaimento alfa	b) Decaimento beta	c) Decaimento gama	d) Reação física
15. A imagem abaixo representa:			
			
a) Processo de Fissão Nuclear em cadeia	*b) Processo de Fusão Nuclear*	c) Reação química	d) Reação ácido-base
16. Qual dos fenômenos abaixo pode ser explicado utilizando conceitos sobre radioatividade?			
a) Reação de Hidrólise	b) Reação de Dupla troca	c) Sublimação de compostos	*d) Bombas atômicas*
17. Qual a definição correta para o termo Radioatividade?			
a) É a propriedade dos elementos em se converterem em rádio			
b) É a propriedade de determinados tipos de elementos químicos radioativos emitirem radiações			
c) É o estudo de elementos da família do Rádio			
d) É o estudo do mercúrio			
18. Qual o tipo de carga carregada na partícula alfa?			
a) Neutra	b) Negativa	*c) Positiva*	d) Dupla
19. Qual das opções abaixo apresenta apenas elementos radioativos?			
a) Cloro, Escândio e Sódio	b) Boro, Hélio e Xenônio	*c) Radônio, Copérnicio e Dúbnio*	d) Enxofre, Lítio e Potássio

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

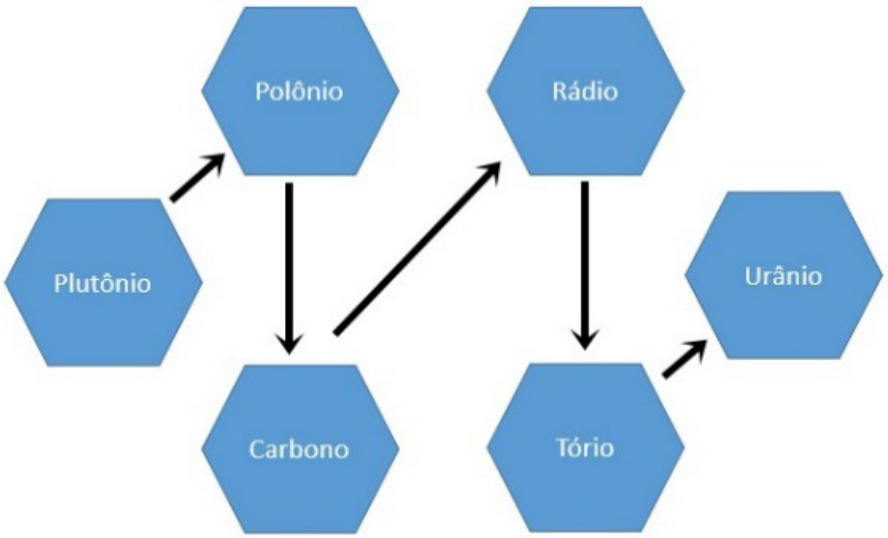
Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Com o intuito de facilitar o manuseio das atividades e materiais dispostos no manual foram inseridas como apêndice, no capítulo 4 do manual, todos os arquivos a serem utilizados nos quatro momentos.

As estações

As estações são ambientes fixos de aprendizagem com atividades pré-definidas e independentes em relação umas às outras, que devem ser executadas de maneira livre, sem necessariamente a presença de um professor ou mediador. Dessa forma, cada subgrupo pode escolher a sua estação de início, e em seguida traçar sua própria sequência de estações a serem visitadas de maneira livre e autônoma, conforme pode ser visto na Figura 5.

Figura 5: Possível opção de sequência de visitas de um dos subgrupos as estações



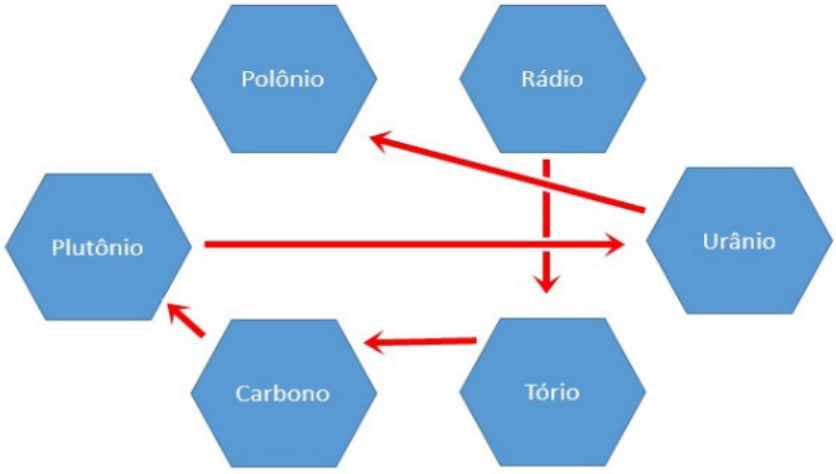
Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Para exemplificar como poderia ocorrer essas estações por rotação, apresentamos uma possível situação. Um dos subgrupos inicia na estação Rádio e após o tempo pré-determinado ocorre a primeira rotação e esse subgrupo decide seguir para a estação Tório, estando na estação Tório após transcorrer o mesmo tempo combinado para todas as estações ocorre a segunda rotação e eles decidem ir para a estação Carbono, dando continuidade ao mesmo processo de mudança de estação,

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

após transcorrer o tempo combinado eles frequentam a estação Plutônio, depois a Urânio e finalizando na Polônio, conforme observado na Figura 6.

Figura 6: Possível opção de sequência de visita do subgrupo as estações.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

De forma resumida, descrevemos a seguir cada Estação presente no Manual para Aplicação do Ensino Híbrido Gamificado, suas características, ações atribuídas e como se deu o processo de sua elaboração (objetivos e recursos).

1. **Estação Polônio:** na estação polônio os estudantes são desafiados a resolverem caça-palavras com o nome dos elementos radioativos e das emissões liberadas por esses elementos no processo de decaimento radioativo. Para a criação do caça-palavras foi utilizado o programa Excel[4] do pacote *office* escolhendo (aleatoriamente) 10 elementos radioativos da tabela periódica e inseridos dentro de uma planilha eletrônica. Para facilitar o processo de busca foi inserida uma lista com os nomes que podem ser encontrados na atividade. Levando em consideração que os estudantes serão divididos em subgrupos para a posterior execução das atividades nas estações, foi inserido no manual um total de quatro caça-palavras diferentes para diversificar a proposta pedagógica entre os estudantes de um mesmo subgrupo os levando a terem tarefas diferentes dentro do mesmo subgrupo;
2. **Estação Rádio**: nessa estação cada estudante de forma individual pode responder um estudo dirigido sobre atividades relacionadas com o tema

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

(Radioatividade). A construção do estudo dirigido se deu com a elaboração de perguntas sequenciais utilizando o texto presente no capítulo 17 do livro de Química 3 de Martha Reis da editora Ática (que segundo os dados de aquisição de livros didáticos do ano de 2017 pelo portal do MEC foi a editora que mais distribuiu livros no Brasil). Entretanto, o professor pode utilizar outro livro didático de Química para o estudo dirigido nesta estação;

3. **Estação Urânio**: é composta por uma atividade experimental, em que há um roteiro a ser seguido para a experimentação sobre fluorescência e logo em seguida a resolução de 3 perguntas sobre o experimento. A escolha do experimento levou em consideração a segurança e a viabilidade financeira, considerando que muitos experimentos sobre radioatividade são perigosos e apresentam um custo elevado. Para isso o experimento escolhido foi o de fluorescência utilizando substâncias do cotidiano, pois ele apresenta baixo custo de operação, segurança para o operador e facilidade para sua execução. De forma paralela a realização do experimento, os estudantes devem responder um questionário investigativo sobre o que pode ser observado na interação das substâncias com a luz UV-A e através disso direcionar a organização mental dos conceitos que são observados. O procedimento experimental e o questionário investigativo foram criados utilizando um processador de texto para execução manual didático pelo estudante;
4. **Estação Tório**: nessa estação os estudantes têm acesso ao ambiente virtual (por meio de computadores disponibilizados pela escola ou pelo *smartphone* dos estudantes) em que podem interagir com a simulação *PhET Colorado*[5] Fissão nuclear para compreender como ocorre o processo de fissão nuclear e a estabilidade atômica após emissão de radiação. A escolha da simulação aconteceu após a pesquisa na internet sobre simulações de processos radioativos, encontrando um artigo de Soares, Morares e Oliveira (2015), em que eles aplicam o *software* de fissão nuclear em uma turma de 3□ ano do ensino médio de uma escola pública no Brasil. Para reger, direcionar e até mesmo dar autonomia aos discente foi criado um roteiro didático para ser seguido pelos estudantes e assim tornar o uso do *software* um instrumento com objetivo didático pragmático;
5. **Estação Carbono**: na estação carbono cada estudante recebe um texto sobre datação com Carbono-14 para fazer a leitura e após a leitura responder

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

quatro questionamentos com o intuito de evidenciar pontos importantes no texto trabalhado. Na escolha do texto se buscou textos científicos didáticos que apresentassem relação com o tema, relevância do conteúdo apresentado e um caráter de curiosidade sobre o texto, para que no momento da leitura esses textos viessem despertar no estudante interesse pela apreciação dele, conforme afirma Gheno (2008). Foi colocado um questionário com quatro perguntas para serem respondidas, de forma a garantir que os estudantes realizassem a leitura do texto e pudessem construir seu conhecimento;

6. **Estação Plutônio**: nessa estação os estudantes devem utilizar seu (ou da escola) *tablet*/*smartphone* e jogarem o aplicativo Fusão2048[6] na qual eles podem somar elementos químicos da tabela periódica simulando o processo de fusão nuclear. Após esse processo, os estudantes devem responder uma lista de 5 questões sobre o que estava sendo realizado no jogo. A elaboração do jogo Fusão2048 se deu utilizando a plataforma *Appsgayser*[7] em que é possível, gratuitamente, criar aplicativos para dispositivos móveis para o sistema *android* e posteriormente baixar e distribuir nas lojas de aplicativos. Na plataforma é possível escolher o tipo/formato de aplicativo que se deseja criar, no caso desta pesquisa foi escolhido na aba "criador de jogos" o formato de jogo "2048", conforme pode ser visto na Figura 7.

Figura 7: Página da plataforma Appsgeyser



Fonte: Disponível em: https://appsgeyser.com.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

O formato de jogo 2048 permite criar um jogo de quebra-cabeça flutuante na qual as peças iguais são somadas gerando uma nova peça e o objetivo é somar dois Hélios para se obter um Berílio, dois Berílios pra se obter um Oxigênio, dois Oxigênios para se obter um Enxofre, dois Enxofre para se obter um Germânio, dois Germânios para se obter um Gadolínio e dois Gadolínios para se obter um elemento sintético de número atômico 128. Sabendo-se que o número atômico dos elementos utilizados no jogo são: 2, 4, 8, 16, 32, 64 e 128, para Hidrogênio, Hélio, Berílio, Oxigênio, Enxofre, Germânio, Gadolínio e o Elemento sintético, respectivamente, a lógica do jogo é deslizar as peças do quebra cabeça que possuem o mesmo nome, consequentemente mesmo número atômico, para que elas somadas resultem no próximo elemento e assim com o auxílio da tabela periódica os estudantes possam perceber como "ocorre" o processo de fusão dos núcleos dos elementos em um procedimento que em Química é chamado de Fusão nuclear. Na plataforma *Appsgeyser* foi inserido o nome de cada elemento seguindo a ordem de soma das peças, como originalmente esse tipo de jogo soma múltiplos de 2 até o valor numérico de 2048 o jogo termina quando se obtém o valor 128 que é representado pelo elemento sintético. Após a sua edição o jogo foi baixado em formato de APK[8] e disponibilizado em um link aberto presente no manual para aplicação de ensino híbrido gamificado.

A escolha da atividade proposta em cada estação se deu após realização de pesquisas de artigos (etapa 1) com estratégias pedagógicas aplicadas em sala de aula no ensino de Química. Então, as próprias atividades, as suas relações com os estudantes e com as outras atividades e as relações sociais entre os estudantes nos subgrupos e entre subgrupos constituem ações promotoras de ideais apresentados nas metodologias ativas, no ensino híbrido e na gamificação. Essas atividades são descritas na seção a seguir.

Atividades presentes nas Estações

Após a realização das pesquisas da primeira etapa foram escolhidas seis atividades de uso comum em uma aula de Química para inserção no manual para aplicação de ensino híbrido gamificado, conforme citado na seção anterior, com a finalidade de diversificar as estratégias e propor para os estudantes diferentes percepções sobre o mesmo tema, tornando assim o processo de aprendizagem democrático, dinâmico e ativo para os estudantes. Fazendo uso de diferentes atividades pode-se

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

entrelaçar os conceitos e dinâmicas referentes a metodologias ativas, ensino híbrido e gamificação com as atividades executadas.

A atividade escolhida para a primeira estação denominada **Polônio** foi o caça-palavras. Esse jogo de passatempo foi utilizado pela primeira vez em um jornal local de Oklahoma, Estados Unidos há aproximadamente 60 anos e foi rapidamente incorporado as atividades educacionais de diversas áreas sendo utilizado no ensino de Química incialmente na década de 90 por Most (1993) e Helsser (1999). Desde então, pesquisadores têm utilizado esse jogo para elucidar práticas no ensino de Química que vão desde a aplicação para o aprendizado de inúmeros conteúdos de Química à avaliação desses conteúdos previamente trabalhados como Cabral *et al* (2016) mencionam em sua pesquisa. Diante disso, a escolha para o uso de um caça palavra como atividade proposta em um manual didático se tornou adequada já que essa proposta de jogo lúdico já foi aplicada diversas vezes, conforme destacam Cabral *et al*. (2016), obtendo índices satisfatórios de êxito e alcance do objetivo proposto.

A estação **Rádio** apresentou como atividade proposta um estudo dirigido que teve como objetivo a leitura de um texto presente em um livro didático de Química para a resolução de determinados questionamentos. Segundo Okane e Takahashi (2006), um estudo dirigido desenvolve habilidade e hábitos criativos no estudante sistematizando e consolidando conhecimentos conduzindo o discente ao enfrentamento de problemas buscando suas respectivas resoluções. Portanto, a inserção de um estudo dirigido promove no estudante uma postura ativa diante da atividade pedagógica, fazendo com que ele busque na literatura fornecida a solução dos questionamentos realizados, deixando de lado a passividade corriqueira do método de ensino expositivo, além de explorar as técnicas de busca no processo de aprendizado do estudante justificando e validando assim seu uso.

Na estação **Urânio** foi proposto um experimento para ser executado pelos próprios estudantes. Nessa atividade os estudantes podem verificar a fluorescência de diferentes misturas através da exposição de uma lâmpada de UV-A (luz ultravioleta) a soluções de água com sabão em pó, água com refil de caneta marcador de texto e água com comprimido de vitamina B assemelhando a fluorescência observada com a que ocorre em compostos de Urânio. Durante a realização do experimento é solicitado que os discentes anotem e façam observações de tudo que estão visualizando durante o procedimento. A experimentação no ensino de Química é uma proposta muito utilizada desde o início dessa ciência como currículo escolar (LEITE, 2015).

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Para Salesse (2012), a experimentação sendo utilizada como uma lógica sequencial serve para consolidar as teorias e leis dentro de um crivo prático sendo essencial para a indução e dedução de ideias propostas, podendo também ser utilizada para despertar a curiosidade do estudante diante do conteúdo trabalhado. A atividade prática inserida no manual foi escolhida para colaborar na construção dos conceitos referentes a temática, pois ela também deve ser alcançada através de experimentos. Além disso, a escolha pontual desse ensaio se justifica tendo em vista que há poucos experimentos seguros com relação ao assunto radioatividade que possam ser executados em sala de aula aumentando assim a necessidade de sua pontual inserção.

Foi utilizado um *software* de simulação da plataforma *PhET Colorado* na estação **Tório**. Nessa interface gráfica é possível visualizar a simulação gráfica do processo de fissão nuclear do átomo de Urânio na qual é possível bombardear nêutrons a um átomo de urânio e com isso observar graficamente a variação de energia e a distância entre os núcleos dos átomos gerados após a fissão do elemento. Soares, Moraes e Oliveira (2015), relatam em seu trabalho que a utilização desse simulador virtual consegue ajudar os estudantes facilmente a compreenderem o processo de fissão nuclear, além dos agentes envolvidos durante essa etapa e que estes após o uso do ambiente virtual se mostraram admirados com a quantidade reações em cadeia que são geradas com início da primeira reação facilitando assim, no geral, a compreensão do processo. Cabe ressaltar que, a utilização desse recurso digital colabora para o desenvolvimento de aprendizagem tecnológica ativa, pois o estudante assume o protagonismo de uma tarefa cujo objeto de trabalho é uso de um recurso digital pedagógico (LEITE, 2018).

A estação **Carbono** consiste em um ambiente em que os estudantes têm acesso a um texto classificado como científico-didático[9] sobre Datação com Carbono-14. Nesse texto, os estudantes respondem quatro questionamentos de ordem sequencial das ideias nele apresentadas, pois segundo Barbosa e Soares (2016) a inserção da leitura se faz necessária no andamento da aprendizagem, uma vez que na leitura é possível utilizá-la para a descrição de fenômenos, formulação de teorias e atividades investigativas, seja para a elaboração de um simples relatório de aula ou uma tese de doutorado. A utilização da análise e interpretação de textos no contexto escolar são citadas em alguns documentos escolares como habilidades importantes a serem desenvolvidas na escola (INEP, 2012), sendo em ciências exatas um paradigma a ser quebrado. Diante disso, Barbosa e Soares (2016) destacam em sua pesquisa que a utilização de textos científico-didático além de promoverem melhor compreensão

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

do conteúdo de interesse, leva o discente a ampliar seu campo de visão das ciências como um todo progredindo no desenvolvimento cognitivo e desenvolvendo competências básicas de leituras recomendadas, por exemplo, na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), para estudantes do ensino médio.

A estação **Plutônio** foi idealizada para ser aplicado um jogo para dispositivo móvel chamado Fusão2048. Nesse jogo, os estudantes são desafiados a juntar dois elementos de igual número atômico da tabela periódica fundindo seus núcleos atômicos e observar a formação de um terceiro elemento químico. O ensino de Química vem utilizando jogos digitais há um bom tempo como atividades lúdicas que conduzem o estudante ao prazer na obtenção dos conceitos inseridos, no divertimento, na liberdade e na voluntariedade sendo regido por um sistema de regras objetivas e definidas e que tenham um espaço físico para atuar ou um brinquedo para se localizar (CUNHA, 2012). Para Nichele e Schlemmer (2014), a disseminação de dispositivos móveis seguida da proliferação de aplicativos disponíveis para seu uso no meio social dos jovens é um fator importante para ser usado a favor da educação, pois há uma infinita gama de possíveis atividades que podem ser idealizadas pelo professor com a utilização desses dispositivos móveis recebendo uma ampliação extra com a variabilidade existente de aplicativos compatíveis com eles podendo elevar em alto grau o nível das aulas, bem como facilitar a demonstração de fenômenos que não podem ser vistos utilizando os recursos básicos disponíveis ao professor: quadro e caneta marcadora. Destarte, a criação e uso do aplicativo se justifica pela tendência dos estudantes estarem conectados a esses dispositivos, aumentando assim a aceitação por parte destes. A praticidade do aplicativo funcionar off-line facilita o seu uso durante a aula e o elo que junta o conteúdo trabalhado ao que é realizado no aplicativo, pois para Nichele e Schlemmer (2014) a significação do uso de um aplicativo durante um processo educativo só acontece quando a ideia proposta do aplicativo está presente em um sistema mais amplo levando o discente a enxergar aquele assunto de uma maneira diferenciada saindo do meio físico para o meio virtual e vice-versa.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Considerações finais

Diante das reais dificuldades que o ensino de Química possui, que perpassam desde o baixo interesse pelas ciências exatas por parte dos estudantes até a falta de investimento na formação de professores e estruturas escolares, o ensino da radioatividade ainda apresenta uma situação mais delicada, pois há culturalmente uma fugacidade do tema Química nuclear por se tratar de uma ciência que historicamente foi muito utilizada para produção de armamentos de guerra e destruição em massa.

Nesse contexto, foi construído um manual para aplicação de ensino híbrido gamificado dentro da proposta do modelo de rotação por estações no ensino de radioatividade. Sua elaboração se justifica a partir do levantamento de dados que foi realizado nos últimos 10 anos e demonstrou o baixo índice de trabalhos produzidos na área de metodologias ativas em Química, ensino híbrido em Química e gamificação em Química necessitando assim a proposição de estratégias pedagógicas que consigam somar para os professores o número de opções possíveis de se trabalhar o tema escolhido.

Por fim, o manual como metodologia proposta aplicável para sala de aula aumenta o acervo digital disponível para a temática, sendo a própria internet o seu maior vetor de divulgação em que o docente pode facilmente encontrar o material produzido em repositórios e plataformas on-line. Além disso, os materiais e atividades propostas são de fácil aquisição e/ou adaptação para o contexto social dos estudantes e da escola, melhorando assim a sua aplicabilidade. Vale ressaltar também, que o ganho da utilização dessa proposta perpassa a praticidade para o docente, atingindo a percepção de aprendizagem dos estudantes que podem facilmente terem acesso a todo esse material na sua própria casa com uso da internet, realizando as atividades em seu ambiente familiar e até escolhendo as de seu maior interesse. Ademais, as metodologias ativas aplicadas com o ensino híbrido possui esse viés de autonomia para os estudantes, que em muitos momentos são mais ativos na internet que os próprios docentes favorecendo que o manual seja encontrado pelos próprios discentes.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Elaboration of a didactic manual for the teaching of radioactivity based on the model of blended learning rotation by stations, and in the gamification

Abstract

Gamification combined with blended learning, from the perspective of active methodologies, allows for a modification in the process of knowledge construction, allowing the student's role, , in addition to inserting the technological means and the characteristics of the games in an educational environment, promoting positive impacts for Chemistry classes. In this sense, the objective of this research is to describe the guiding actions in the elaboration of a didactic manual for the application of gamified blended learning in the teaching of radioactivity using the station rotation model. For this, the research was developed in two stages. In the first, there was a survey of publications on active methodologies, blended learning and gamification addressed in the teaching of Chemistry. In the second stage, the elucidation of the steps developed in the construction of the didactic manual as an educational product. The survey results show quantitatively that only twenty-six papers on the topics investigated were identified in the period between 2010 to 2019, which represents a low number of researches. With this information in mind, the didactic manual for use in the Chemistry classroom was built.

Keywords: Active Methodology, blended learning, Gamification, Radioactivity, Chemistry Teaching.

Notas

1 Estratégia de leitura superficial e rápida com o objetivo de se concentrar em palavras chaves ou ideias. Nessa técnica se faz uso da visualização rápida do texto, em que o foco é encontrar algo já conhecido, pois o leitor já sabe o que está procurando.

2 Grupos: Conjunto de estudantes não fixos presentes em cada estação que é resultado da soma de todos os subgrupos. Subgrupos: conjunto de estudantes fixos formado por até três estudantes que irão frequentar juntos todas as estações.

3 Plataforma de aprendizado baseada em jogos de diferentes modalidades, incluído um quiz game, na qual podem ser adicionadas perguntas pelo professor e, essas são convertidas em um jogo com pontuação, interação e ranqueamento. Disponível no site https://kahoot.com

4 Microsft Office 365 excel. Disponível em: https://www.microsoft.com › pt-br › download › office. Acesso em jan. de 2021.

5 PhET Interactive Simulations é um laboratório virtual que possui inúmeras simulações de experimentos científicos, esse software é disponibilizado gratuitamente em seu portal (https://phet.colorado.edu).

6 Aplicativo disponível para *android,* onde é possível simular fusões de elementos químicos e prever os elementos formado.

7 Plataforma Appsgayser: Ferramenta gratuita e simples para criar, baixar, distribuir e monetizar aplicativos. Disponível em: https://appsgeyser.com/

8 APK: É uma sigla em inglês da palavra Android Application Pack que se trata de um arquivo destinado ao sistema operacional Android.

9 Gênero textual cujo objetivo principal é o fim pedagógico. Portanto, ele se apresenta de uma maneira em que todos os seus leitores podem chegar a mesma conclusão.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Referências

BARBOSA, A. C.; SOARES, N. Mediação de leitura de textos didáticos nas aulas de química: uma abordagem com foco na matriz de referência do Enem. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 175-198, set./2016.

BARION, E. C. N.; MELLI, N. C. A. Os modelos de rotação por estação e laboratório rotacional no ensino híbrido do curso técnico de informática semipresencial: um novo olhar dentro e fora da sala de aula. In: Congresso internacional ABED de Educação a distância, 23., 2017., Foz do Iguaçu. **Anais**, São Paulo, 2017. p. 1-10.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o ensino médio**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p, v2.

BUSARELLO, R. I. Gamification: Princípios e estratégias. São Paulo: **Pimenta Cultural**, 2016. 126p.

CABRAL, A. C. R.; MULINARI, M. B. S.; FIORUCCI, A. R.; DIAS, K. G.; Caça-palavras com função avaliativa em uma sequência didática discutindo aparatos e vidrarias de laboratório. In: Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 5., 2016., Ponta Grossa – PR. **Anais do Sinect**. Ponta Grossa – PR, 2016. P. 210-214.

CARDOZO, C. M. **O trabalho em equipe e seus motivadores**. 203. 66 f. Dissertação (Mestrado profissional em administração) - FGV/EAESP, São Paulo, 2004.

COSTA, A. C. S. e MARCHIORI, P. Z. Gamificação, elementos de jogos e estratégia: uma matriz de referência. **InCID: R. Ci. Inf. e Doc**., Ribeirão Preto, v. 6, n. 2, p. 44-65, set. 2015/fev. 2016.

CREMONEZ, B. H. **Percepção e Tecnologia: A Escuta em Interação com os Dispositivos Tecnológicos**. 77 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2017

CUNHA, M. B. D. Jogos no Ensino de Química: Considerações: Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, [São Paulo], v. 34, n. 2, p. 92-98, mai./2012.

FINI, M. I. Inovações no ensino superior metodologias inovadoras de aprendizagem e suas relações com o mundo do trabalho: desafios para a transformação de uma cultura. **Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 19, n. 1, p. 176-183, (jan-abr). 2018. DOI:10.13058/ raep. 2017.v19n1.982.

FOFONCA. E.; BRITO, G. S.; ESTEVAM, M. CAMAS, N. P. V. **Metodologias pedagógicas inovadoras: contextos da educação básica e da educação superior**. Curitiba: Editora IFPR, 2018. 197 p. v. 1.

GHENO, S. R. **Uso de artigos científicos como ferramenta para a alfabetização científica**. 2008. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2008.

GUBERT, R. L. e MACHADO, M. F. R. C. A Prática Docente e o Novo Paradigma Educacional Virtual. *In:* Congresso Nacional de Educação. 11,. **Anais** [...] Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia. 2009.

HORN, M. B.; STAKER, H.; **Blended**: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação. Penso Editora, 2015.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

INEP – INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS ANÍSIO TEIXEIRA (Brasil). **Matriz de referência Enem**. Brasília, 2012. 79 p. Disponível em: <http://download.inep.g ov.br/educacao_basica/enem/downloads/2012/ matriz_referencia_enem.pdf>. Acesso em: 24 out. 2020.

LEAL, A. J.; SEPEL, L. M. N. A inclusão digital no ensino de ciências: analisando laboratórios virtuais de aprendizagem. **Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, Canoas, v.6, n.1, 2017

LEITE, B. S. Aprendizagem tecnológica ativa. **Revista Internacional de Educação Superior**, v. 4, n. 3, p. 580-609, 2018.

LEITE, B. S. Gamificando as aulas de química: uma análise prospectiva das propostas de licenciandos em química. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**. v. 15, n. 2, 2017.

LEITE, B. S. Kahoot! e Socrative como recursos para uma Aprendizagem Tecnológica Ativa gamificada no ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 42, n. 2, p. 147-156, 2020.

LEITE, B. S. **Tecnologias no Ensino de Química**: teoria e prática na formação docente. 1. ed. Curitiba: Appris, 2015.

LIMA-JUNIOR, C.G.; CAVALCANTE, A. M. A.; OLIVEIRA, N. L.; SANTOS, G. F.; MONTEIRO JUNIOR, J. M. A. Sala de aula invertida no ensino de química: planejamento, aplicação e avaliação no ensino médio. **Revista debates em ensino de Química**, v. 3, p. 120-145, 2017.

MENEZES, D. D. A. Ensino de inglês e formação de professores: reflexões sobre o contexto brasileiro. **Educação e Linguagem**, [Santos], v. 18, n. 2, p. 101-119, dez./2015.

MENEZES, S. D.; CAREGNATO, S. E. Produção científica brasileira em Química entre 2004 e 2013: análise dos artigos indexados na Web of Science. **Encontros Bibli**, Florianópolis - SC, v. 23, n. 53, p. 25-38, dez./2018.

MORAN, J. Metodologias ativas e modelos híbridos na educação. **YAEGASHI**, Curitiba, p. 23-35, jan./2017.

NICHELE, A. G. SCHLEMMER, E. Aplicativos para o ensino de aprendizagem de Química. **CINTED-Novas Tecnologias na Educação**. V. 12 N° 2, dezembro, 2014.

OKANE, E. S. H; TAKAHASH, Regina Toshie. O estudo dirigido como estratégia de ensino educação profissional em enfermagem. **Rev Esc Enferm** , São Paulo, p. 160-170, jul./2004.

OLIVEIRA, J. E. S.; LEITE, B. S. Ensino híbrido gamificado na Química: o modelo de rotação por estações no ensino de radioatividade. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 277-298, 2021.

PARANÁ. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. Versão On line **Cadernos PDE**. Curitiba: SEED, 2014.

PASSOS. C. R. S. et al. Radioatividade em foco: o que os estudantes do ensino médio pensam/sabem sobre o tema? *In*: Encontro Nacional de Ensino de Química, 18., 2016, Florianópolis. **Anais** [...] Florianópolis. Ed. Universitária; Florianópolis, SC: Autores Associados, 2016. p. 73-83.

PIMENTEL, M.; FUKS, H. **Sistemas Colaborativos**. Rio de Janeiro - RJ: Elsevier-Campus-SBC, Disponível em: http://groupware.les.inf.puc-rio.br/livroSC#ixzz67olFbnrj. Acesso 15 de Out. 2019.

SALESSE, A. M. T. **A experimentação no ensino de química: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem**. 2012. 40 p. Monografia de especialização (Especialização em educação: métodos e técnicas de ensino). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

SERBIM, F. B. N. **Ensino de soluções Químicas em rotação por estações: aprendizagem ativa mediada pelo uso das tecnologias digitais**. 136 f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Ensino de ciências e matemática). Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018.

SILVA, B. R. F.; SILVA NETO, S. L.; LEITE, B. S. Sala de aula invertida no ensino de química orgânica: um estudo de caso. **Química Nova**, v. 44, p. 1-9, 2021.

SILVA, J. E. P. **Ensino Híbrido: Possíveis Contribuições para a Qualificação do Ensino de História no Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de História em Rede Nacional na Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, RS), Santa Maria, 2016.

SILVA, S. C. V. CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. Alguns aspectos do ensino e aprendizagem de radioatividade em periódicos nacionais e internacionais. **Revista de Educação em Ciências e Matemática,** Amazônia, v.10, n. 19. p.46-61. 2013.

SLOMSKI, V. G.; MARTINS, G. A. (2008). O conceito de professor investigador: os saberes e as competências necessárias à docência reflexiva na área contábil. **Revista Universo Contábil**, 4(4), p. 06-21, 2008.

SOARES, A. A.; MORAES, L. E.; OLIVEIRA, F. G. Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 915-933. 2015.

STANZANI, E. D. L. Pesquisas em Ensino de Química e a Formação de Professores Research in teaching chemistry and teacher education. 11., 2013, Águas de Lindóia. **Atas** [...] Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC, Águas de Lindóia, p. 1–8.

VIDRIK, E. C. F.; MELLO, I. C. Ensino de química por investigação em um centro de educação de jovens e adultos. **Polyphonía**, v. 27/1, jan./ jun. 2016.

ZICHERMANN, G. E.; CUNNINGHAM, C. Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps, **O'Reilly Media**, 2011.

Este artigo está licenciado com a licença: Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.