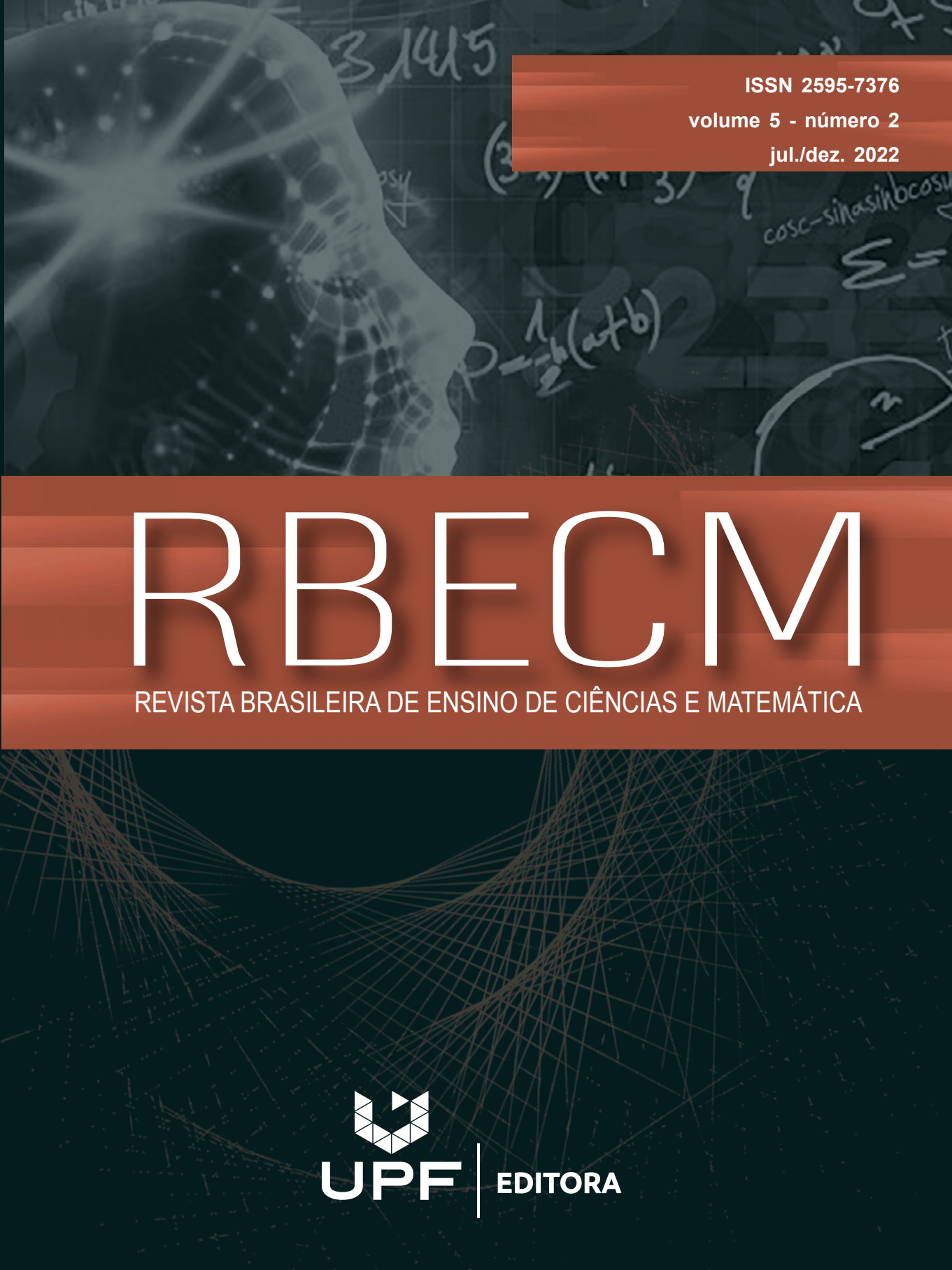




ISSN 2595-7376

volume 5 - número 2

jul./dez. 2022

RBECM

REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Bernadete Maria Dalmolin
Reitora

Edison Alencar Casagrande
Vice-Reitor de Graduação

Rogério 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

**Editora**

Janaina 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

764 Editorial

769 Educação para o trânsito por meio da geometria e o ambiente virtual de aprendizagem Scratch: uma abordagem para alunos do ensino fundamental

Traffic Education Through Geometry and the Virtual Learning Environment
Scratch: an Approach for Elementary School Students

Rozelaine de Fatima Franzin, Lorenzo Renz Dala Costa, Antonio Vanderlei dos Santos

794 Chimias artesanais: saberes populares fazendo-se saberes escolares

Fruit jam: popular knowledge making school knowledge

Luciana Dornelles Venquiaruto, José Vicente Lima Robaina

808 Uso de TDIC em interações pedagógicas: expectativas de aprendizagem em um curso de formação continuada

Digital ICT use in pedagogical interactions: learning expectations in a teacher training course

Rafael Winícius da Silva Bueno, Clarissa Coragem Ballejo, Lorita Aparecida Veloso Galle

828 Inserção da Natureza da Ciência no Ensino de Ciências: uma revisão (2015-2020)

Approaching the Nature of Science in Science Teaching: a review (2015-2020)

Natália de Paiva Diniz, Alice Assis

863 A problemática do ensino de botânica: ponto de vista dos professores da educação básica

The problem of teaching botany: point of view of basic education teachers

Andrieli Lima da Silva, Viviane de Oliveira Thomaz Lemos, Bruno Edson-Chaves, Roselita Maria de Souza Mendes

893 Crenças de professores de ciências da natureza e matemática sobre motivação dos alunos para aprender

Beliefs of nature sciences and mathematics teachers about students' motivation to learn

José Francisco Custódio, Rafael Sales Lisboa de Oliveira, Bruno dos Santos Simões

934 Buracos Negros, História da Ciência e Ensino de Física

Black Holes, History of Science and Physics Teaching

Ricardo Roberto Plaza Teixeira, João Pereira Neto, Vinicius Carvalho Rosa

960 Formação docente e prática pedagógica: enredos na educação em ciências e biologia

Teacher training and pedagogical practice: contexts in science and biology education

Leonardo Priamo Tonello, Eliane Gonçalves dos Santos

999 O conceito de texto de apoio aos professores enquanto produto educacional dos mestrados profissionais

The concept of support text to the teachers as an educational product of the professional master's

Cristiano da Silva Buss

1018 O Pibid e a formação inicial de professores de matemática: um panorama de pesquisas realizadas no período de 2011-2021

Pibid and initial education for mathematics teachers: an overview of research conducted in the period 2011-2021

Narinha Mylena Rocha da Silva, Denize da Silva Souza

1043 A ciência como filosofia e o ensino filosófico da ciência

Science as philosophy and the philosophical teaching of science

Marcelo Doro

1061 O Ensino de Ciências para a Educação de Jovens e Adultos em dez anos de Produção Científica – CAPES 2009-2019

Science Teaching for Youth and Adult Education in ten years of Scientific Production – CAPES 2009-2019

Sirliane da Costa Viana, France Fraiha-Martins, Joyce Melo Mesquita

1073 Aprendizagem Baseada em Projetos: mapeamento de produções científicas na área de Ensino de Ciências e Matemática

Project-Based Learning: mapping scientific productions in the area of Science and Mathematics Teaching

Alana Rodrigues Rigão Achterberg, Greice Scremin

1090 A Água no contexto de aprendizagem em Ciências no Ensino Fundamental: uma abordagem investigativa em representações sociais

Water in the context of science learning in elementary school: an investigative approach to social representations

Michele Bortolai, Daisy de Brito Rezende

1121 Elementos do trabalho docente materializados nas narrativas de professores de Ciências e Matemática

Elements of Teaching Work Materialized in Science and Mathematics Teacher's Narratives

Rafael Marques Dos Santos, Sandra Maria Wirzbicki, Danusa de Lara Bonotto

1146 Recursos didáticos utilizados por professores de Ciências da rede pública de Anápolis-GO e o seu conhecimento sobre os mixomicetos

Teaching resources used by science teachers from the public school in Anápolis-GO and their knowledge about Myxomycetes

Jéssica Conceição Araujo, Solange Xavier-Santos, Pedro Oliveira Paulo

1164 Proposta pedagógica de Jogos Didáticos elaborados para o Ensino de Funções Orgânicas e Propriedades Físico-Químicas

Pedagogical proposal of Didactic Games elaborated for the Teaching of Organic Functions and Physical-Chemical Properties

Lucas Muller Ribeiro Viana, Eduardo Cesar Meurer, William Junior do Nascimento

1182 Atividade experimental no ensino remoto, utilizando arduino para o ensino das transformações gasosas

Experimental activity in remote teaching, using arduino to teach gaseous transformations

Tiago Destéffani Admiral

1200 Integrando tecnologias em sala de aula: um estudo com alunos de ensino fundamental em aulas de ciências com aquisição de dados em tempo real

Integrating technologies in classroom: a study with elementary school students in science classes with real-time data acquisition

Reinaldo S. Guimarães, Vania E. Barlette, Paulo H. Guadagnini

1246 Limites e possibilidades da utilização do *smartphone* e do software *Tracker* para a realização da videoanálise no estudo do fenômeno de queda de objetos na vertical

Limits and possibilities of using the smartphone and the Tracker software to carry out video analysis in the study of the phenomenon of falling objects vertically

Emanuely Torres Nunes, Ivanderson Pereira da Silva

1270 Os macroinvertebrados aquáticos vão às escolas

Aquatic macroinvertebrates go to school

Francisco Alexandre Costa Sampaio, Thais Marques da Silva, Lázaro Araújo Santos, Crislane Nascimento Machado

1285 Desvendando os segredos das escovas progressivas: Um relato de experiência do uso do alisamento capilar como temática de ensino e aprendizagem para alguns conceitos de ligações químicas

Uncovering the secrets of progressive brushes: An experience report on the use of hair straightening as a teaching and learning theme for some concepts of chemical bonds

Jailton de Souza-Ferrari, Cíntia Pereira da Silva

Editorial

É com alegria que lançamos o volume 2, número 5, 2022, da Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática (RBECM) do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo (PPGECM). Esta edição é composta por vinte e dois textos, os quais são divididos em dezesseis artigos, dois produtos educacionais e quatro relatos de experiência.

O artigo **EDUCAÇÃO PARA O TRÂNSITO POR MEIO DA GEOMETRIA E O AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM SCRATCH: UMA ABORDAGEM PARA ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL**, de autoria de Rozelaine de Fatima Franzin, Lorenzo Renz Dala Costa e Antonio Vanderlei dos Santos, apresentam uma proposta metodológica na forma de uma sequência de atividades práticas pedagógicas na qual exploram alguns comandos de programação do *software Scratch* para a elaboração de conceitos da geometria aliada à educação para o trânsito.

Os autores Luciana Dornelles Venquiaruto e José Vicente Lima Robaina, no artigo **CHIMIAS ARTESANAIS: SABERES POPULARES FAZENDO-SE SABERES ESCOLARES**, apresentam os resultados de uma pesquisa que investigou os saberes populares relacionados ao preparo artesanal de chimias.

Rafael Winícius da Silva Bueno, Clarissa Coragem Ballejo e Lorita Aparecida Veloso Galle, no artigo intitulado **USO DE TDIC EM INTERAÇÕES PEDAGÓGICAS: EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM EM UM CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA**, buscaram resposta para a seguinte indagação: *Quais são as expectativas de aprendizagem daqueles que ingressam em um curso de formação continuada docente voltado à incorporação das TDIC nas interações pedagógicas do século XXI?*

o artigo **INSERÇÃO DA NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA REVISÃO (2015-2020)**, de autoria de Natália de Paiva Diniz e Alice Assis, apresenta uma pesquisa bibliográfica do tipo estado da arte sobre a Natureza da Ciência em situações didáticas, em trabalhos da área de Ensino de Ciências, com o objetivo de verificar como a temática vem sendo implementada no contexto da

Educação Básica e da formação de professores, no sentido de identificar as contribuições dessas ações e as lacunas existentes.

Os autores Andrieli Lima da Silva, Viviane de Oliveira Thomaz Lemos, Bruno Edson-Chaves, Roselita Maria de Souza Mendes, no artigo intitulado **A PROBLEMÁTICA DO ENSINO DE BOTÂNICA: PONTO DE VISTA DOS PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA**, visaram investigar as dificuldades relacionadas ao ensino de Botânica encontradas pelos professores de Biologia escolas públicas na cidade de Fortaleza, Ceará.

José Francisco Custódio, Rafael Sales Lisboa de Oliveira e Bruno dos Santos Simões, no artigo **CRENÇAS DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA SOBRE MOTIVAÇÃO DOS ALUNOS PARA APRENDER**, analisaram as crenças de professores de Ciências da Natureza e Matemática sobre o tema motivação, já que estas são apenas tangenciadas na literatura.

O texto **BURACOS NEGROS, HISTÓRIA DA CIÊNCIA E ENSINO DE FÍSICA**, de autoria de Ricardo Roberto Plaza Teixeira, João Pereira Neto e Vinicius Carvalho Rosa, examina o potencial existente no uso do conceito de buraco negro como eixo temático para atividades de ensino de física e de divulgação científica, tendo em vista especialmente a história do desenvolvimento histórico das ideias acerca deste objeto da astrofísica.

Os autores Leonardo Priamo Tonello e Eliane Gonçalves dos Santos, no artigo **FORMAÇÃO DOCENTE E PRÁTICA PEDAGÓGICA: ENREDOS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E BIOLOGIA**, analisam os contextos, enfoques temáticos e as perspectivas da prática pedagógica na formação de professores de Ciências Biológicas que transparecem nos trabalhos dos principais eventos no contexto brasileiro na área da Educação em Ciências e Biologia.

A preocupação relativa à falta de definição dos Produtos Educacionais do tipo “Texto de Apoio aos Professores”, produzidos nos Programas de Pós-Graduação Profissionais é trazida à tona por Cristiano da Silva Buss no artigo intitulado **O CONCEITO DE TEXTO DE APOIO AOS PROFESSORES ENQUANTO PRODUTO EDUCACIONAL DOS MESTRADOS PROFISSIONAIS**.

As autoras Narinha Mylena Rocha da Silva e Denize da Silva Souza, no artigo intitulado **O PIBID E A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA: UM PANORAMA DE PESQUISAS REALIZADAS NO PERÍODO DE 2011-2021**, apresentam um panorama de estudos que tratam das potencialidades

do Pibid na formação inicial de professores de matemática produzidos no âmbito dos programas nacionais de pós-graduação *stricto sensu*, entre os anos de 2011 e 2021.

O texto A CIÊNCIA COMO FILOSOFIA E O ENSINO FILOSÓFICO DA CIÊNCIA, de autoria de Marcelo Doro recupera, como base uma pesquisa bibliográfica, as reflexões de Martin Heidegger sobre a ciência e a formação científica na Universidade de seu tempo.

As autoras Sirliane Costa Viana, France Fraiha Martins e Joyce Melo Mesquita, no artigo O ENSINO DE CIÊNCIAS PARA A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS EM DEZ ANOS DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA – CAPES 2009-2019, analisam as produções científicas sobre o Ensino de Ciências para Educação de Jovens e Adultos (EJA) em uma das principais plataformas digitais de divulgação e socialização de pesquisas brasileiras e de grande visibilidade acadêmica.

O artigo APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS: MAPEAMENTO DE PRODUÇÕES CIENTÍFICAS NA ÁREA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, de autoria de Alana Rodrigues Rigão e Greice Scremin, apresentam uma revisão de literatura sobre a Aprendizagem Baseada em Projetos no ensino de ciências e matemática, no âmbito dos anos iniciais do ensino fundamental.

No artigo A ÁGUA NO CONTEXTO DE APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA EM REPRESENTAÇÕES SOCIAIS, os autores Michele Bortolai e Daisy de Brito Rezende, objetivaram compreender a Representação Social da Água de 75 alunos do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública da cidade de São Paulo, apresentando parte dos resultados de uma tese de doutoramento.

O artigo intitulado ELEMENTOS DO TRABALHO DOCENTE MATERIALIZADOS NAS NARRATIVAS DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, de autoria de Rafael Marques Dos Santos, Sandra Maria Wirzbicki e Danusa de Lara Bonotto, buscou reconhecer e compreender os elementos do trabalho docente expressos em narrativas na forma de memoriais descritivos e entrevistas.

RECURSOS DIDÁTICOS UTILIZADOS POR PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA REDE PÚBLICA DE ANÁPOLIS-GO E O SEU CONHECIMENTO SOBRE OS MIXOMICETOS, de autoria de Jéssica Conceição Araújo, Solange Xavier-Santos e Pedro Oliveira Paulo, investigou os recursos didáticos utilizados por professores de Ciências do Ensino Fundamental de dez escolas públicas de Anápolis-GO, bem como seu conhecimento sobre os mixomicetos.

No produto educacional intitulado PROPOSTA PEDAGÓGICA DE JOGOS DIDÁTICOS ELABORADOS PARA O ENSINO DE FUNÇÕES ORGÂNICAS E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, Lucas Muller Ribeiro Viana, Eduardo Cesar Meurer e William Junior do Nascimento propõem como proposta pedagógica o uso de jogos didáticos para o ensino de química, fundamentada nos ‘Três Aspectos do Conhecimento Químico’.

Tiago Destéffani Admiral, no produto educacional ATIVIDADE EXPERIMENTAL NO ENSINO REMOTO, UTILIZANDO ARDUINO PARA O ENSINO DAS TRANSFORMAÇÕES GASOSAS, descreve a construção e aplicação de dois protótipos experimentais, de baixo custo, baseados no micro controlador Arduino, para realizar experimentos sobre transformações gasosas.

Reinaldo S. Guimarães, Vania E. Barlette e Paulo H. Guadagnini apresentam um estudo integrando um sistema de medição de distância, a plataforma Arduino e um sensor ultrassônico em aulas de ciências com alunos do 9º ano do ensino fundamental, descrevendo os detalhes da construção do equipamento e do programa computacional para a plataforma Arduino, no texto INTEGRANDO TECNOLOGIAS EM SALA DE AULA: UM ESTUDO COM ALUNOS DE ENSINO FUNDAMENTAL EM AULAS DE CIÊNCIAS COM AQUISIÇÃO DE DADOS EM TEMPO REAL.

Os autores Emanuely Torres Nunes e Ivanderson Pereira da Silva socializam os resultados obtidos em duas práticas experimentais utilizando o *smartphone* e o *software* Tracker, presente em uma sequência didática de seis etapas/aulas sobre o estudo do fenômeno da queda dos corpos, sob a ação da gravidade, no contexto do ensino médio no texto intitulado LIMITES E POSSIBILIDADES DA UTILIZAÇÃO DO *SMARTPHONE* E DO *SOFTWARE TRACKER* PARA A REALIZAÇÃO DA VIDEOANÁLISE NO ESTUDO DO FENÔMENO DE QUEDA DE OBJETOS NA VERTICAL.

No texto OS MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS VÃO ÀS ESCOLAS, os autores Francisco Alexandre Costa Sampaio, Thais Marques da Silva, Lázaro Araújo Santos, Crislane Nascimento Machado buscaram aproximar os estudantes em relação à biodiversidade dos ecossistemas aquáticos que os cercam, de modo a refletir sobre a realidade na qual estão inseridos e contribuir para o desenvolvimento de uma consciência crítica quanto à problemática ambiental.

Jailton de Souza-Ferrari e Cíntia Pereira da Silva, no texto DESVENDANDO OS SEGREDOS DAS ESCOVAS PROGRESSIVAS: UM RELATO DE EXPERIÊN-

CIA DO USO DO ALISAMENTO CAPILAR COMO TEMÁTICA DE ENSINO E APRENDIZAGEM PARA ALGUNS CONCEITOS DE LIGAÇÕES QUÍMICAS, exploram uma temática sobre o uso de produtos químicos em procedimentos de alisamento capilar por escova progressiva, para aprendizagem contextualizada de conteúdos sobre ligações químicas, bem como sobre os potenciais riscos à saúde nesses procedimentos estéticos.

Nesse sentido, nos alegra muito ao trazer à tona mais este volume que representa o diálogo entre pesquisadores e instituições que atuam nos diferentes níveis de ensino e que colaboram com a sustentação da RBECM.

Com votos de boa leitura, a equipe editorial.

Professora Dra. Aline Locatelli

Professor Dr. Marco Antônio Sandini Trentin.

Educação para o trânsito por meio da geometria e o ambiente virtual de aprendizagem Scratch: uma abordagem para alunos do ensino fundamental

Rozelaine de Fatima Franzin*, Lorenzo Renz Dala Costa**, Antonio Vanderlei dos Santos***

Resumo

A educação para o trânsito se faz necessária já a algum tempo, pois existem vários acidentes de trânsito envolvendo estudantes. Desta forma o objetivo do trabalho é criar uma, proposta metodológica na forma de uma sequência de atividades práticas pedagógicas explorando alguns comandos de programação do *software Scratch*, na elaboração de conceitos da geometria aliada à educação para o trânsito. Para alcançar os objetivos foi usada a metodologia aplicada, em um estudo desenvolvido com 32 alunos, com idade entre 9 a 14 anos do Ensino Fundamental. Onde se investigou os problemas relacionados com a legislação de trânsito, por meio de questionário. A proposta foi aplicada contabilizando 1 período para aplicação do questionário, 2 períodos de aula para a parte teórica e mais 4 para a parte prática no laboratório de informática, totalizando 7 encontros. A avaliação da atividade foi realizada por meio de observação, participação e impressões colhidas dos alunos participantes da pesquisa. Os resultados demonstraram efeito positivo na aprendizagem do conteúdo de geometria e no conhecimento das placas de sinalização. Obteve-se também uma maior conscientização dos alunos sobre a importância de respeitar as leis de trânsito, mas não se pode confirmar se houve apropriação das boas práticas no trânsito pois não se pôde colher essas informações, tendo em vista a suspensão das aulas presenciais, devido a pandemia.

Palavras-chave: Ensino. Geometria. Trânsito.

* Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. Universidade Regional integrada do alto Uruguai e das missões, URI, campus Santo Ângelo, Brasil. E-mail: rozelaine@santoangelo.uri.br

** Graduado em ciências da computação. Universidade Regional integrada do alto Uruguai e das missões, URI, campus Santo Ângelo, Brasil. E-mail: lrdalacosta@gmail.com

*** Doutor em Ciências área de concentração Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Universidade Regional integrada do alto Uruguai e das missões, URI, campus Santo Ângelo, Brasil. E-mail: vandao@san.uri.br

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i2.12953>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em: 13/09/2021; Aceito em: 01/05/2022

ISSN: 2595-7376

Introdução

Muito tem sido discutido sobre o ensino de trânsito, principalmente na tentativa de diminuir acidentes envolvendo alunos no percurso escolar. Alguns artigos como de Bin (2020) têm tratado a educação/ensino no trânsito, de cidades de médio porte, como uma das prioridades destas cidades. Com o crescente aumento de ocorrências de acidentes envolvendo estudantes no percurso para as escolas, tem-se a necessidade de se desenvolver medidas que venham a contribuir para minimizar os problemas relacionados às leis de trânsito. Assim justifica-se o trabalho pela carência de estudos realizado, unindo as leis de trânsito, de forma interdisciplinar unindo os conceitos de geometrias, com os conceitos de trânsito. A pergunta de pesquisa recai em: podermos utilizar um software a fim de construirmos um ambiente virtual de aprendizagem interdisciplinar entre educação para o trânsito e conceitos de geometria?

O objetivo da pesquisa foi desenvolver, junto aos alunos, uma proposta de ensino/educação, sobre a importância de se respeitar as leis de trânsito, numa abordagem geométrica, sob o ponto de vista do uso de ambientes virtuais de aprendizagem *Scratch*. Com base nas informações, a proposta metodológica foi a aplicação de uma sequência de atividades práticas e pedagógicas, partindo de situações introdutórias explorando alguns comandos de programação do *software Scratch*, na elaboração de conceitos da geometria aliada à educação para o trânsito. No desenvolvimento das atividades, em sala de aula, os alunos puderam ampliar seu raciocínio lógico por meio da programação e a sua criatividade, quando tiveram a liberdade de construir determinadas atividades.

Os estudantes, ao utilizarem o *Scratch* em contexto sala de aula, estimulam a própria criatividade. Através das experimentações formulam hipóteses, partilham as suas ideias e, ao verem outros projetos, podem voltar a construir novas aprendizagens (VENTURA, 2017, p. 22).

Os ambientes virtuais de aprendizagem, podem ser usados para, ensinar de forma contextualização e interdisciplinar. Desta forma apresentam novas perspectivas para o ensino interdisciplinar de geometria, com uma abordagem na educação para o trânsito. Assim, são fundamentais para a conscientização dos alunos, além de proporcionar o pensamento computacional nos mesmos, já que usamos uma ferramenta computacional para a concepção do ambiente virtual de aprendizagem.



A programação e a exploração de conceitos associados à orientação espacial, ao pensamento lógico, à resolução de problemas, à geometria, etc., encontram no *Scratch* uma excelente ferramenta para tornar o processo de ensino – aprendizagem mais significativo (VENTURA, 2017, p. 22).

A metodologia utilizada para resolver o problema de pesquisa e alcançar o objetivo, do ponto de vista da natureza tem-se uma pesquisa aplicada, já em função dos objetivos uma pesquisa normativa. Que envolve o público-alvo de 32 alunos, com idade entre 9 a 14 anos, do Ensino Fundamental. Aos quais aplicado um questionário estruturado aos alunos. Para tanto usamos o *software* educacional *Scratch*. O *software* tem uma linguagem de programação que possui, acoplada nele, uma interface gráfica muito simples e de fácil manipulação. Já, a sua programação é constituída pelo encaixe de blocos de comandos para a construção do código, não requerendo conhecimentos de outras linguagens de programação. Torna-se, assim, ideal para o ensino de conceitos matemáticos e computacionais, principalmente para crianças e adolescentes.

Os resultados encontrados quanto a conscientização dos alunos que participaram do projeto. Quando perguntado se avia educação para os alunos: Na sua escola é trabalhado as leis de trânsito? Dos 32 alunos, público-alvo da pesquisa, 19 responderam não; 8 disseram sim e 5 não sabiam, demonstrando que a maioria das escolas não trabalham a educação para o trânsito.

No decorrer do trabalho, apresenta-se a metodologia utilizada para responder à questão de pesquisa e atender ao objetivo. Na sequência, apresenta-se um breve referencial teórico, o qual fundamenta a pesquisa, do ponto de vista dos principais conceitos usado como base no estudo, bem como uma contextualização do tema. Na próxima sessão os resultados e discussões, onde apresenta-se os dados levantados na pesquisa e o ambiente de aprendizagem proposto. O que vai nos permitir tecer as considerações finais.

Aspectos Metodológicos

A definição da metodologia deste estudo baseou-se na classificação elaborada por Turrioni e Mello (2012). Quanto a sua natureza, a pesquisa é aplicada, pois trata da busca de uma estratégia de ensino para os conceitos de geometria, aplicados à educação para o trânsito, usando o *software Scratch*.

Quanto ao objetivo, classifica-se como uma pesquisa normativa. Pois busca a solução para um problema existente. Quanto a forma de abordagem, uma pesquisa quantitativa, pois se considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. No que se refere ao método, classifica-se como pesquisa-ação, devido o interesse na busca de solução para um problema ou dificuldade na qual os participantes da pesquisa estão envolvidos. Trata-se de um processo cíclico que compreende o planejamento, a tomada da ação, a avaliação da ação e um novo planejamento. Desta forma, parte-se da contextualização da pesquisa para a elaboração de uma sequência de atividades por meio de um ambiente virtual de aprendizagem, a aplicação da mesma em sala de aula. Turrioni e Mello (2012).

Para a realização da pesquisa e levantamento de dados, o procedimento foi dividido em 5 etapas: na primeira, foi necessário investigar o problema junto ao público-alvo de 32 alunos, com idade entre 9 a 14 anos, do Ensino Fundamental, por meio de um questionário fechado, na segunda etapa, após análise dos resultados obtidos, foram elaboradas atividades, com o auxílio do *software Scratch*. Na terceira etapa, foi realizada uma abordagem sobre leis e sinais de trânsito, conceitos e definições de geometria e o ambiente de aprendizagem *Scratch*. E na quarta, construção da sequência de atividades práticas pedagógicas. Partindo de situações encontrada nas etapas anteriores, explorando alguns comandos de programação do *software Scratch*. Na elaboração de conceitos da geometria aliada à educação para o trânsito. Na quinta e última etapa foram aplicadas as atividades em forma de oficinas para os alunos do 6º ano. Muito confuso, a escrita e as informações.

Referencial Teórico

Educação para Trânsito

A legislação de trânsito Brasileira recomenda programas de educação e essa ação tem por objetivo contribuir com a intensificação das leis e possibilitar uma maior conscientização nos futuros motoristas. Hoje, se encontram à disposição cartilhas informativas, o Código Nacional de Trânsito, jogos educacionais, entre outros. Para Fracassi e Almeida (2020), os próprios alunos já participam ativamente do trânsito e devem adquirir compreensão dos elementos e situações vivenciadas no mesmo.



Assim, trabalho com esse enfoque aparece em alguns trabalhos científicos da área de educação.

Constantes investimentos em programas de educação para o trânsito com a implantação do Código de Trânsito Brasileiro buscam diminuir ou amenizar estatísticas de acidentes e infrações no trânsito brasileiro. Mas, na realidade, ainda está acontecendo alto índice de acidentes e, por isso, sente-se a necessidade de se continuar investindo em educação/ensino e conscientização no trânsito, principalmente para adolescentes, como no trabalho de Santos Jr, Pimentel e Silva (2020).

No entanto, existe ainda um fato que deve ser mencionado: não são só os motoristas que infringem normas, mas também os pedestres, os ciclistas, as crianças, os motociclistas e pessoas de mais idade. Todos, de uma forma ou de outra podem acabar cometendo um erro, e se esquecem que, muitas vezes, isso pode trazer sérias consequências.

A literatura aponta que isso se verifica em decorrência da sua menor percepção de perigo, por não conseguirem estimar a velocidade dos veículos ao atravessarem a rua, por não utilizarem a faixa de segurança, por brincarem na rua em meio à circulação de veículos, por não conhecerem as normas no trânsito, enfim, pela própria imaturidade mental e física das crianças para seguirem as regras de trânsito. (JORGE e MARTINS, 2013, p. 202)

Uma forma de se fazer isso é trabalhar com crianças da Educação Básica, pois sabe-se que elas serão os futuros motoristas e, também, com jovens do ensino médio. Ainda, há uma necessidade de um trabalho com professores na questão do uso das tecnologias, no desenvolvimento de atividades que possibilitem a aprendizagem do aluno. Entre os pesquisadores há o consenso de que os jogos educativos digitais proporcionam motivação, o desenvolvimento intelectual e social do indivíduo, auxiliam no processo de construção do conhecimento, memorização, atenção, observação e raciocínio, e reforçam a habilidade e conceitos já aprendidos (SOUZA *et al.*, 2008 *apud* VASCONCELOS e CARDOSO, 2010).

Os jogos educativos digitais podem ser utilizados de diversas maneiras, inclusive para ensinar conceitos que são difíceis de serem assimilados pelo fato de não existirem aplicações práticas imediatas, como no caso do tema trânsito. A educação para o trânsito constitui um conjunto de conhecimentos, técnicas e métodos que leva à compreensão de procedimentos que envolvem todo o processo de circulação, locomoção e deslocamentos nas vias públicas. (VASCONCELOS e CARDOSO, 2010, p. 14).

Segundo Ventorini e Fioreze (2016), por meio da realização de atividades práticas e orientadas, a aprendizagem de determinados conceitos de forma investigativa, criativa e desafiadora pode auxiliar na aprendizagem dos alunos.

O uso de tecnologia para o ensino de geometria possibilita aos alunos formas de construir conhecimento, favorecendo a compreensão e aprendizagem de conceitos.

É possível que as aulas de matemática se tornem cada vez mais interessantes e Atrativas aos alunos com o auxílio da tecnologia, desde que as ferramentas tecnológicas sejam utilizadas em prol do conhecimento do educando, e não simplesmente como distração, porém, para que esse fenômeno aconteça, faz-se necessário algumas mudanças nos paradigmas atuais vigentes, nos quais as aulas ministradas sejam cuidadosamente elaboradas como forma de desafio ou algum tipo de experiência de aprendizado profundo dos alunos, para que esses se sintam parte integrante das aulas no processo de construção do conhecimento. (BELTRÃO, 2017, p.140).

Com o avanço das tecnologias da informática e do crescente número de pesquisas para se resolver problemas sociais e tecnológicos, surge a necessidade da aplicação dessa tecnologia, em benefício da educação como o uso de *softwares* livres. “*Os Softwares Livres são programas que permitem ao usuário a liberdade de executar, copiar, distribuir, estudar, mudar e melhorar o software, estes requisitos são fundamentais para que um software seja realmente livre.*” (GNU, 2015).

Existem muitos *softwares* educacionais disponíveis para uso em sala de aula, como por exemplo o *Scratch*, que pode ser facilmente utilizado pelos alunos e professores.

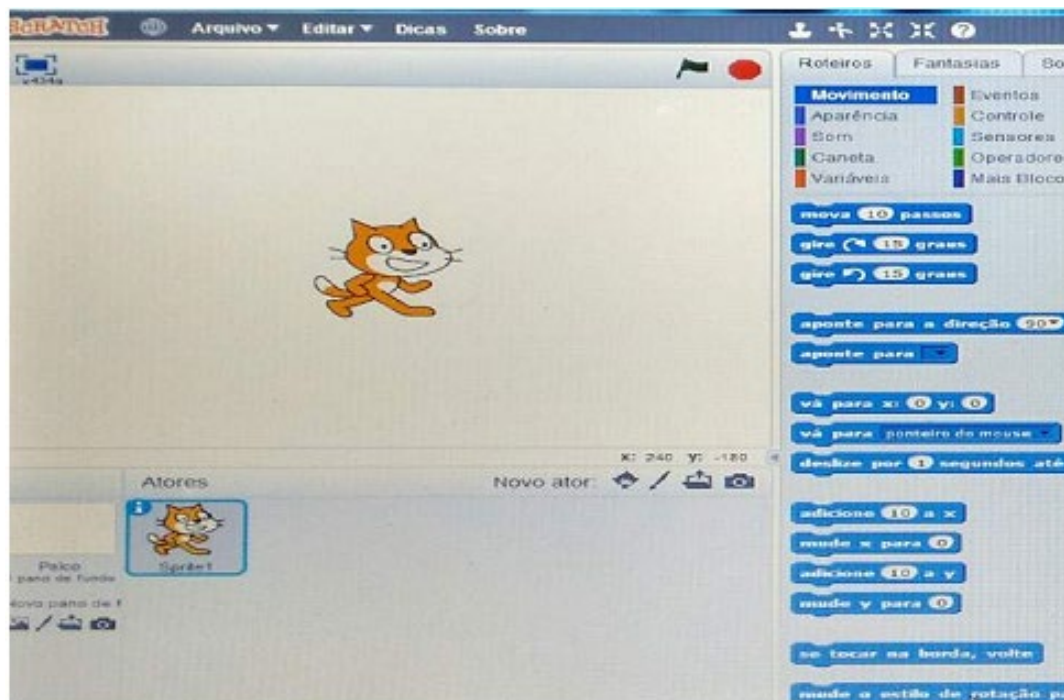
Software Scratch

O *software*, segundo Cabral (2015), é um ambiente de programação que permite aos usuários compartilharem suas histórias, jogos e animações para a comunidade *online*.

O *Scratch* é uma ferramenta de aprendizagem que permite que utilizadores a partir do primeiro ciclo desenvolvam competências de forma interativa e lúdica, constituindo um poderoso contributo para o desenvolvimento educacional das novas gerações suportado no acesso as novas tecnologias. (SAPOSCRATCH, 2015, p.34).

A apresentação da tela inicial do *software Scratch*, com a visualização de alguns comandos está representada na Figura 1.

Figura 1: Tela inicial do *software Scratch*



Fonte: Site do Scratch (2017).

O *software* proporciona o desenvolvimento de situações-problema, o que pode estimular a curiosidade e incentivar os alunos no entendimento de conteúdos considerados, muitas vezes, de difícil compreensão. Segundo Ventorini e Fioreze (2016) implica numa interação aluno-objeto, promovida pelo professor, que pode ser organizada com uma linguagem de programação, como é o caso do *Scratch*.

A programação é importante para a era tecnológica em que vivemos, pois todos dependem muito de aparelhos tecnológicos, que executam diversas tarefas no dia a dia. Não apenas para lidar com a tecnologia, mas a programação também faz pensar, raciocinar, criar estratégias, resolver problemas, tornando as pessoas sujeitos ativos e prontos para este mundo globalizado e tecnológico. (VENTURA, BIANCHINI e KIRNEW, 2019, p. 77)

Dos conceitos de programações citados acima, o *software Scratch* oferece, por meio de seus blocos de comandos, “variáveis”, “operadores”, “sensores” e “controle” os meios necessários para realizar, entre outras possibilidades, operações matemáticas com ou sem substituições dessas variáveis, construções de figuras geométricas,

manuseio das coordenadas cartesianas, raciocínio lógico usando condicionalidades do tipo “se, senão” e movimentos de objetos/scripts. (VENTORINI e FIOREZE, 2016). Nesse sentido, o trabalho pode ser realizado pelos professores que poderão usar a geometria como aliada nesse processo.

A utilização desses ambientes, em processos de ensino-aprendizagem, proporcionam práticas educativas mais atrativas, que despertam o interesse e atenção dos alunos durante as aulas, pois possibilitam o desenvolvimento de atividades por meio de recursos diferenciados como vídeos, imagens e textos, os quais viabilizam e potencializam a compreensão de conteúdos de maneira mais eficaz. (ZWAN *et al.*, 2017, p.4)

Devido aos fatos que foram mencionados anteriormente, pretende-se com este trabalho desenvolver atividades para auxiliar aos professores no ensino de geometria e despertar nos alunos a conscientização pelas leis do trânsito. Assim como no trabalho de Tomm *et al.* (2020) onde utilizou um protótipo de *software* para contribuir com a melhoria do ensino de física, buscar despertar o interesse dos alunos e aprofundar os conceitos de física. Também no trabalho de Franzin, Retzlaff e Klee (2011, p. 3) relatam que:

Experiências realizadas com acadêmicos do curso de Matemática demonstram que, utilizando softwares específicos para cada caso, elevam o nível de entendimento e aumentam a capacidade de absorver os conteúdos relacionados com a atividade proposta.

A proposta é que, com essas atividades, ocorra uma sensibilização e, consequentemente, uma diminuição dos acidentes e infrações no trânsito envolvendo alunos e uma maior aprendizagem do conteúdo proposto.

Ensino de geometria

Muitos estudos como os de Retzlaff *et al.* (2018), Lobo e Bayer (2004), Pavanello (1994), Schröetter, Stahl e Domingues, (2016), relacionados ao ensino de geometria demonstram que os alunos têm muitas dificuldades na aprendizagem de determinados conceitos, relações e teoremas existentes na abordagem desse conteúdo.

A falta de interesse de muitos, acrescida de narrativas de rejeição à disciplina de Matemática expostas por alguns no cotidiano da sala de aula, em especial ao conteúdo de Geometria, nos leva a buscar propostas metodológicas alternativas de forma a tornar o ensino atrativo e motivador. (SCHRÖETTER, STAHL e DOMINGUES, 2016, p. 59)

Essas dificuldades podem ser pelo fato de que muitos alunos consideram a matemática de difícil compreensão. Então, cabe aos professores demonstrar que a matemática, dentro dela a geometria, é um conteúdo que ajuda a estabelecer relações lógicas para resolução de problemas.

A matemática mantém uma forte relação com a lógica ao estabelecer definições e postulados e tem um papel fundamental na realização da análise dos teoremas. O raciocínio lógico é de extrema importância na resolução de problemas matemáticos, para compreender relações abstratas bem como raciocinar sobre a situação proposta e não apenas memorizar e aplicar fórmulas. (RETZLAFF *et al.*, 2018, p. 3).

Quando abordada de forma abstrata, sem relações, faz com que o aluno não consiga estabelecer associações do conteúdo com a prática vivenciada por ele no dia a dia. Segundo Franzin e Melke (2021, p.8), *“o ensino da geometria é usual recursos pedagógicos visuais como imagens e figuras, pois a memória visual é um aspecto importante para a aprendizagem da mesma”*. O ensino da geometria deve estar inserido no planejamento docente, de forma que o conteúdo, ao ser abordado, contenha alternativas metodológicas que proporcionem ao aluno uma dimensão mais profunda, que possibilite estabelecer relações teórico-práticas. Para Lobo e Bayer, (2004, p. 1) *“A busca de novas formas e práticas pedagógicas para se resgatar o ensino de Geometria com qualidade tem sido destaque em trabalhos de pesquisadores em todo o mundo”*.

A abordagem da geometria é a base para o entendimento de outros conteúdos, como a trigonometria, entre outros, das mais diferentes áreas de conhecimento. Acredita-se que, para chegar ao entendimento de conceitos da geometria, é essencial ter como ponto de partida situações vivenciadas pelos alunos no cotidiano. Além disso, segundo Pavanello (1994) as atividades permitem ao aluno, primeiramente, manipular, observar, comparar e representar objetos de maneiras diferentes, para posteriormente trabalhar as características físicas e geométricas.

Resultados e Discussões

A prática de pesquisa usando questionários, para posterior avaliação, é uma opção plausível, para estudar educação no trânsito. Nesse estudo foi aplicado um questionário com questões de resposta fechada, permitindo obter respostas que possibilitam assim uma metodologia qualitativa. Este tipo de questionário facilita

o tratamento e análise da informação, exigindo menos tempo. Em trabalhos aplicados a professores de escolas, de Porto Alegre, por exemplo no trabalho de Sousa *et. al* (2020), a partir dos dados coletados, verifica-se a preocupação dos professores com esse tema.

Neste trabalho, tem-se a preocupação em entender a visão dos alunos sobre o tema em estudo e as atividades propostas foram desenvolvidas a partir dos resultados obtidos pela aplicação do questionário com questões fechadas. As análises das respostas estão expostas a seguir, como o descrito na metodologia.

Para a questão referente “Na sua Escola é trabalhado as leis de trânsito?” Dos 32 alunos, público-alvo da pesquisa, 19 responderam não; 8 disseram sim e 5 não sabiam, conforme demonstra a Figura 2.

Figura 2: Abordagem das leis de trânsito



Fonte: Franzin; Costa; Santos (2021).

Essa questão enfatiza a necessidade de se ter mais trabalhos de educação/ ensino no trânsito, junto aos alunos, tanto do fundamental quanto no médio. Isso demonstrou que a maioria não tinha conhecimento sobre o assunto. Analisando os dados pode-se ver uma falha na educação, já que o trânsito é algo inerente as pessoas nos dias de hoje. Portanto a urgente necessidade de incluir, os conceitos de educação para o trânsito no conteúdo das escolas.

Quanto à pergunta “Você, quando se desloca para a escola, observa as placas de sinalização?” Dos respondentes, 26 disseram que não e 6 disseram que observam as placas de trânsito ao se deslocar para a escola, representada na Figura 3.

Figura 3: Observação das placas de sinalização



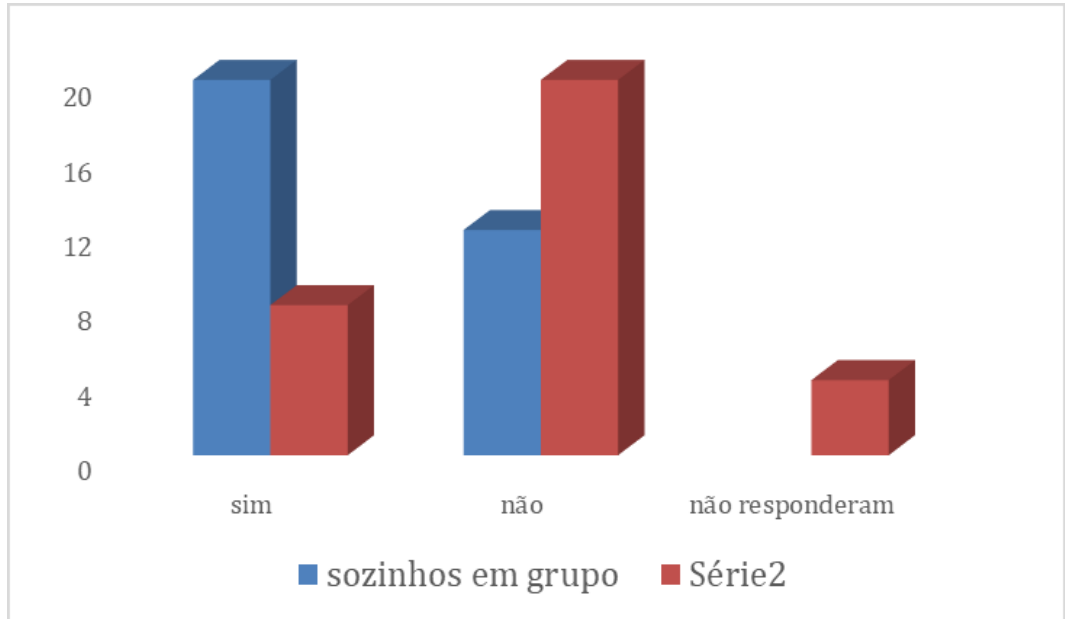
Fonte: Franzin; Costa; Santos (2021).

Enfatizando ainda mais, com 81,25%, a relação da falta de educação/ensino junto aos estudantes e, confirma uma correlação entre as duas primeiras questões.

Já para a questão “Quando está sozinho, ao atravessar uma faixa de pedestres, você para e espera os carros pararem?”, 20 alunos responderam que sim e 12 não. Nessa pergunta, fica evidente com os 12 alunos que responderam não. Analisando essas respostas percebe-se que a educação para o trânsito é necessária, pois informação sobre a sinalização os alunos têm, falta o direcionamento a ações educativas. Deve-se dar mais atenção para o tema educar/ensinar, a luz das teorias da educação, conscientizando os alunos sobre os riscos do trânsito urbano.

A pergunta referente “Quando está em grupo de colegas, ao atravessar uma faixa de pedestres, você para e espera os carros pararem? Se não, por quê?” Disseram sim 8, 20 não e 4 não responderam, conforme a Figura 4.

Figura 4: Parar na faixa de pedestres

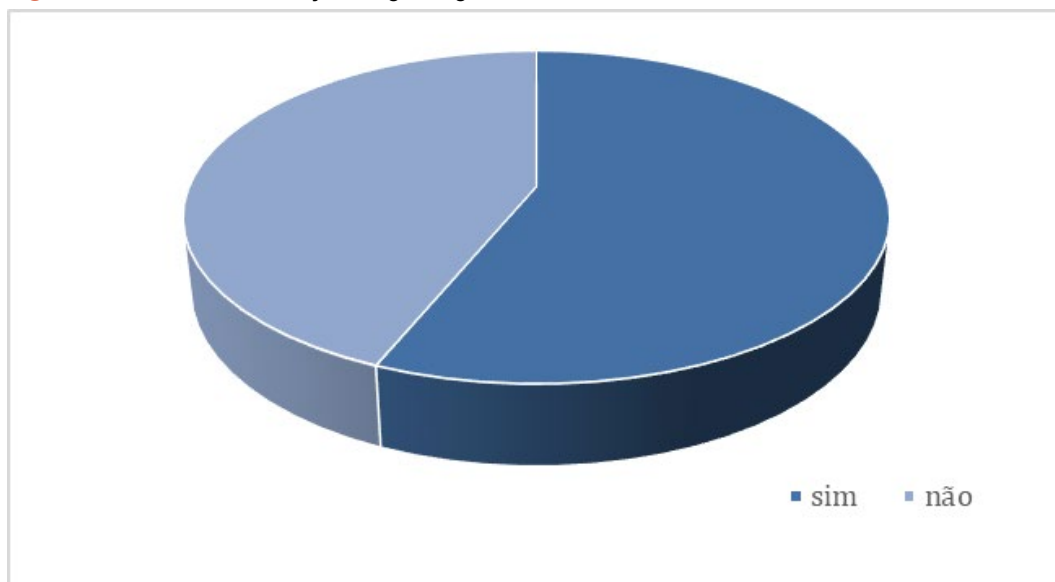


Fonte: Franzin; Costa; Santos (2021).

Aqui, a maioria (76%) não soube responder, (56%) o porquê; respondeu que sente “ser mais forte que os carros” por andar em grupo. Também (43,5%) por que sim, que os carros devem parar. O fenômeno de manada é evidente, sendo um **fenômeno** psicológico coletivo que estimula as pessoas a repetirem as ações de seus pares, o que deve ser educado para que o fenômeno coletivo deva ser respeitar a sinalização.

Ao se deslocar pelas vias públicas, os alunos, muitas vezes, não reparam na sinalização que estão dispostas pela cidade; então, uma das questões foi “Você reconhece nas placas de sinalização as figuras geométricas?”

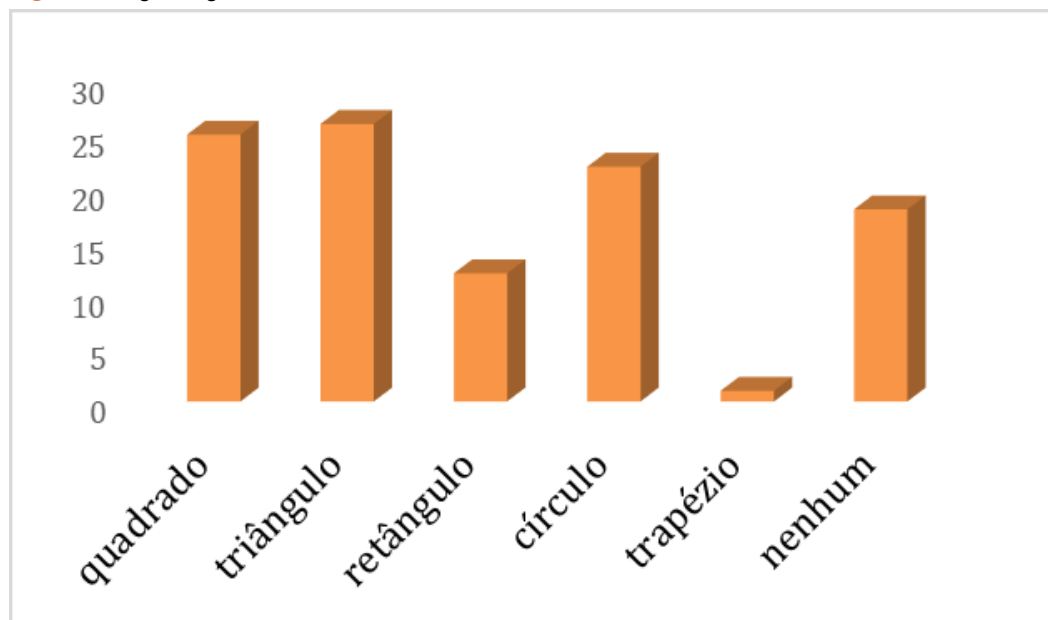
Figura 5: Placas de sinalização e figuras geométricas



Fonte: Franzin; Costa; Santos (2021).

Nessa questão, as respostas foram mais equilibradas com 18 sim e 14 não, representada na figura 05. Na análise desta resposta está a falta de atenção dos alunos, mas também o fato que as placas não chamam a atenção dos mesmos. A solução tem de passar em placas mais chamativas, e uma educação para o trânsito que desperte a atenção dos alunos para a sinalização.

Para saber se os alunos tinham algum conhecimento nas formas geométricas relacionadas com as placas, foi questionado sobre "Quais figuras geométricas você já identificou nas placas?" Foram indicadas as figuras: quadrado, triângulo, círculo, trapézio, retângulo ou nenhuma dessas. A maioria dos alunos reconheceram quase todas as figuras. Dos alunos, 25 identificaram o quadrado, 26 o triângulo, 12 o retângulo, 22 o círculo, 1 o trapézio e 18 não identificaram nenhuma, como consta na Figura 6.

Figura 6: Figuras geométricas

Fonte: Franzin; Costa; Santos (2021).

Isso demonstra que a geometria está sendo abordada na escola; mais um motivo para usar esse conteúdo para conscientizar os alunos da importância da educação para o trânsito.

E, para a última pergunta, “Se fosse oferecida uma oficina com materiais sobre educação para o trânsito você faria?” Nessa, 27 disseram que sim, 2 talvez e 3 não gostariam de fazer. Mostrando que devemos formar inicialmente os professores com o domínio desta temática, e desta forma podermos melhorar a educação no trânsito.

Em trabalhos semelhantes a esse, com aplicação de questionário para professores, os pesquisadores, como Sousa (2020), perceberam a preocupação dos educadores em trabalhar com temáticas variadas, entre elas a educação para o trânsito, bem como os esforços desses professores em aproximar as temáticas com o currículo escolar, mesmo em momentos pontuais, isso reforça a ideia de que a educação para o trânsito deve fazer parte do currículo escolar. O que se concorda com as análises realizadas por Souza.

Etapas Propostas

A partir da análise dos gráficos, a pesquisa foi dividida em três etapas, semelhante ao realizado por Oliveira (2018). A primeira etapa foi apresentar uma introdução sobre a placa de trânsito, fazendo as considerações sobre as mesmas. Na segunda etapa mostrar a visão das formas geométricas das placas esclarecendo os conceitos das formas e suas características. A última etapa, utilizando a linguagem de programação *Scratch*, para realizar uma atividade de construção das formas geométrica, sendo construída pelos alunos, com auxílio dos pesquisadores.

Para a apresentação das placas de trânsito foram selecionadas as principais e as mais utilizadas na cidade, tentando selecionar pelo menos três de cada forma geométrica e de cada um dos três grupos: regulamentação, advertência e indicação. Assim, antes da apresentação das placas foi necessária a diferenciação dos três grupos de placas para melhor compreendê-las e, logo após, para cada uma das placas apresentadas, a sua respectiva descrição com o seu nome, significado e seu grupo de pertencimento. Escrita confusa

Após a apresentação das placas, segue-se com a definição da forma geométrica de cada placa, conceituando as características de cada uma. Por fim, realizou-se uma atividade de revisão relacionada com as formas geométricas estudadas, motivando os alunos para a construção de algumas delas no ambiente *Scratch*, fechando com a explicação e análise sobre o que foi construído. Usando essa metodologia em função das respostas do questionário, onde indicou a falta de atenção de alguns alunos, sobre as placas levantadas na questão 2.

Abordagem das Sinalizações

Para entender as formas geométricas das placas é necessário um estudo sobre cada forma analisando e exemplificando as suas determinadas características. Para tanto, os aspectos da geometria plana como pontos, retas, segmento de reta e semirreta e aspectos dos polígonos como número de lados, vértices, perímetro, área e ângulos internos e externos são imprescindíveis de serem estudados.

Como as atividades foram determinadas com a exemplificação das formas geométricas por meio das placas de trânsito, após a introdução e explicação dos significados das placas, foram selecionadas três placas relacionadas a cada um dos

três grupos, de regulamentação, de advertência e de indicação, até a faixa de pedestres. Isso, com o objetivo de trazer as placas e a faixa com formatos diferentes. Esta abordagem está relacionada a questão das formas geométrica, perguntadas no questionário na quinta questão. Onde os alunos relatam algumas formas geométricas mais que outras.

Placas de Regulamentação

As placas de regulamentação são sinais que informam aos usuários as proibições e restrições impostas. Elas são dispostas com fundo branco, símbolos em preto e, em vermelho, a indicação de restrição ou proibição, como representados na Figura 7.

Figura 7: Placas de regulamentação



Parada Obrigatória



Dê a Preferência



Proibido Trânsito de Pedestres

Fonte: Fonte: Disponível em: <https://www.aprovadetransito.com.br/placas-de-transito> (1968).

A maioria dessas placas têm o formato circular como a de “Proibido Trânsito de Pedestres”, a placa de “Parada Obrigatória” com forma octogonal e a placa “Dê a Preferência” com forma de triângulo equilátero, com uma base para cima conforme figura 07. Esta abordagem está relacionada a questão 4 onde os alunos não notaram as placas de sinalização.

Placas de Advertência

As placas de advertência servem como avisos, alertando os usuários sobre perigos à frente e auxiliando a tomarem a reação correta; elas têm fundo na cor amarela e símbolos em preto. A maioria das placas têm somente a forma de losango; além

dessa, algumas utilizam o formato de retângulo em conjunto para informações auxiliares; outras, somente em forma de retângulo, conforme Figura 8.

Figura 8: Placas de advertência.



Saliência ou lombada



Área escolar



Passagem de Pedestres

Fonte: Disponível em: <https://www.aprovadetransito.com.br/placas-de-transito> (1968).

As placas de sinalização, representadas na figura 08, possuem formas geométricas diversas que representam quadrado, retângulo, o que permite explorar conceito e definições das figuras poligonais, além de feixe de retas paralelas. Está relacionada a pergunta 5 do questionário.

Placas de Indicação

As placas de indicação são os sinais de informação e educação; elas são dispostas com fundo azul, verde ou marrom, e os símbolos em preto, em cima de uma base em branco. A maioria dessas placas são retangulares, variando a base ou a altura. As exceções são as placas de rodovias e estradas estaduais, com forma de pentágono; as placas de rodovias têm formas de brasões e distintivos; as placas de atrativos turísticos, geralmente, são em formas de quadrados. Algumas dessas placas estão representadas na Figura 9.

Figura 9: Placas de indicação



Área de estacionamento



Postos de abastecimento



Identificação de vias estaduais

Fonte: Disponível em: [https://www.aprovadetransito.com.br/placas-de-transito\(1968\)](https://www.aprovadetransito.com.br/placas-de-transito(1968)).

Além das definições de cada figura, também se pode explorar área e perímetro de cada figura, como representados nas placas de trânsito.

Logo após a identificação e classificação de algumas placas de trânsito, foi desenvolvido um roteiro com conceitos de geometria, seguindo com as leis de trânsito nas placas exploradas em aula. Esta atividade foi realizada pensando que existe alunos que não observam as placas no questionário na questão 2.

Descrição das Atividades

Primeiramente, os alunos foram convidados para um passeio em torno do quarteirão da escola e pedido que observassem as placas de sinalização existentes nas ruas por onde visitaram. Cada um devia anotar no seu caderno a placa encontrada e fazer um esboço do desenho. Essa atividade demandou um período de aula e, além desse passeio, os alunos receberam a tarefa de observar as demais placas encontradas durante o percurso de ida e vinda para a escola.

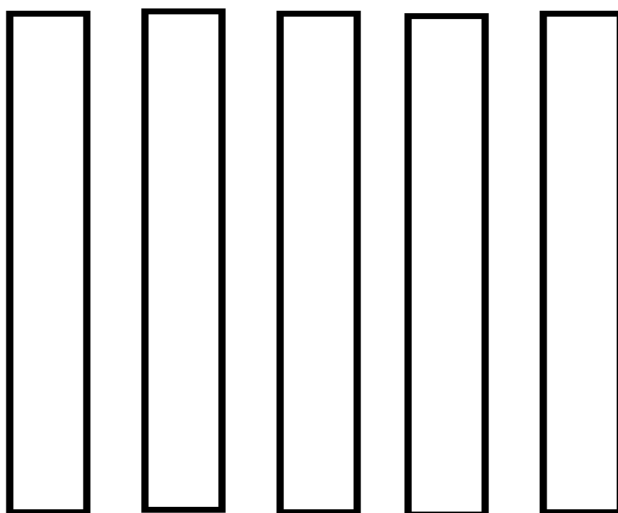
Para apresentar as placas de trânsito, foram explicados os significados de cada placa de acordo com o seu respectivo grupo, e as características de cada um dos três grupos, sendo eles: regulamentação, advertência e indicação. Para abranger a maior quantidade de formas geométricas diferentes foram buscados, para apresentação, todos os formatos diferentes das placas de cada um dos grupos.

Na aula seguinte, os alunos foram divididos em 16 grupos, cada um com 2 alunos, onde cada dupla organizou um quadro contendo o tipo de placas de sinalização encontradas por eles, separando-as em polígonos e círculos para, assim, explorar seus conceitos.

A prática realizada em sala de aula abordou os conteúdos específicos de geometria, possibilitando que os alunos descobrissem semelhanças entre as placas de sinalização e o conteúdo, como regiões planas e contornos. Também identificaram suas principais características e seus contornos, e nomearam os polígonos de acordo com o número de lados. Um dos exemplos abordados foi a faixa de pedestres, que consta em frente à escola, como segue:

Seja a Faixa de pedestres formada por retângulos com largura de 10 cm por 1,20 m com comprimento contendo 15 faixas, espaçadas de 15 cm uma da outra, conforme demonstra a Figura 10.

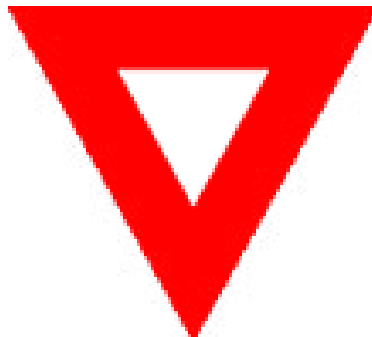
Figura 10: Faixa de pedestres



Fonte: Franzin; Costa; Santos (2021).

Nesse exemplo, foi explorado o cálculo da área de cada retângulo e obtido o valor individual de 1200 cm^2 e soma total de 16000 cm^2 , além de conceituar retas paralelas e vértice.

Em outra atividade desenvolvida, foi utilizada a placa Dê a Preferência, conforme mostra a Figura 11. Dada a placa de sinalização que contém um triângulo equilátero de lado de medida externa 30 cm e medida interna 20 cm, calcule a área da região colorida.

Figura 11: Placa Dê a Preferência

Fonte: Franzin; Costa; Santos (2021).

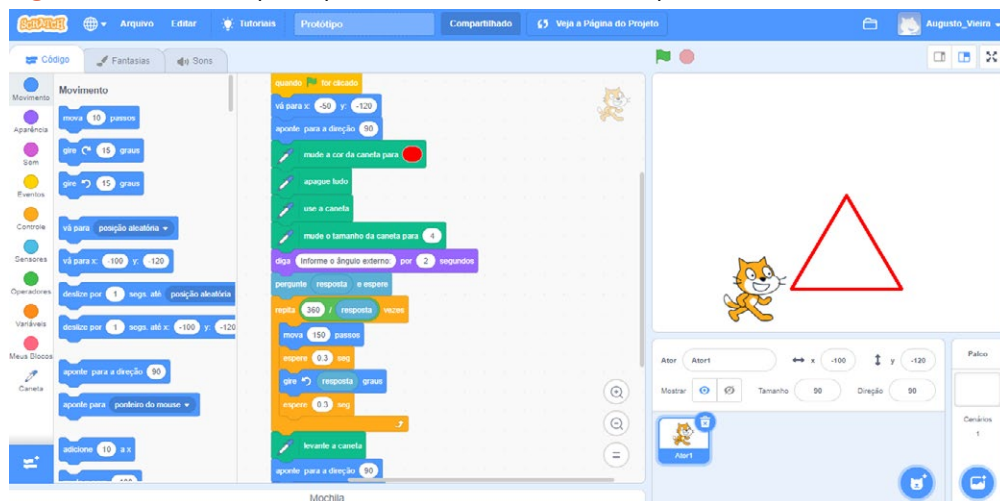
A área do triângulo externo calculada em $779,42 \text{ cm}^2$ e do triângulo interno, $346,42 \text{ cm}^2$. Fazendo-se a subtração do maior pelo menor obtêm-se 433 cm^2 de área. O cálculo dos perímetros foram de 90cm e 60 cm. Pode-se abordar, também, nessa atividade, transformações de unidades de comprimento e de área, legislação, conceito de triângulo, vértice, segmento de reta, área e perímetro.

Durante a realização das atividades, foram trabalhados conceitos e definições da geometria, formas e significados de placas de trânsito, para possibilitar a relação das formas das mesmas com os conceitos de geometria. E, ainda, apresentar as informações referentes de cada placa usada como exemplo de forma geométrica. Tudo para que o aluno pudesse se conscientizar sobre a legislação e, ainda, colocar em prática atitudes de bom cidadão perante as leis do trânsito.

Após essa atividade, os alunos foram convidados a ir ao laboratório de informática da escola, onde apresentou-se o *software Scratch* e receberam orientação sobre seus comandos. Em seguida, foram orientados seguindo algumas etapas de sugestões dos comandos para a construção das figuras planas. Conforme os alunos prosseguiram, as dúvidas também foram surgindo em relação ao posicionamento de pontos e retas.

Os protótipos foram desenvolvidos pelos alunos, um deles tendo um foco maior com a parte computacional, por este ter sido construído abordando conceitos algorítmicos como os comandos de repetição. É apresentada uma parte do código, que é realizada repetidas vezes, de acordo com a resposta do usuário, conforme a Figura 12.

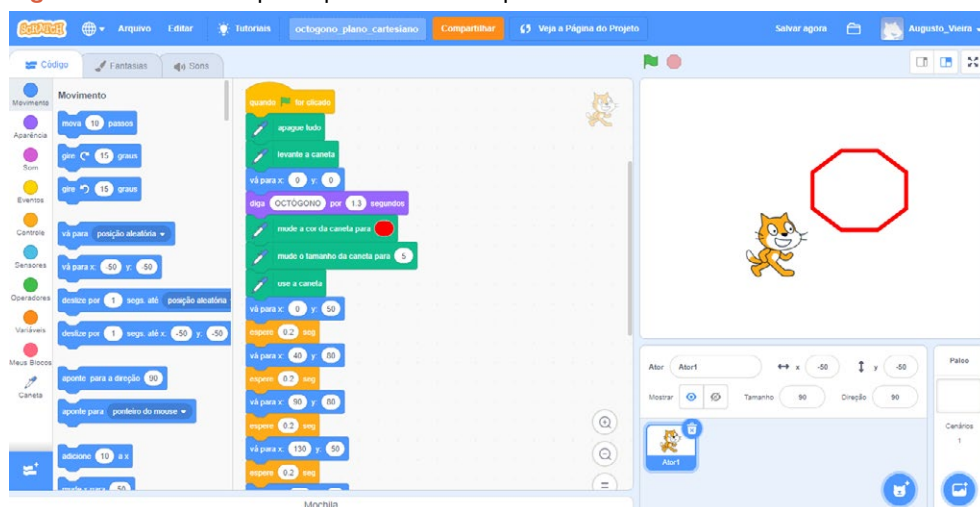
Figura 12: Tela de um protótipo com foco em conceitos computacionais



Fonte: Franzin; Costa; Santos (2021).

Já, o outro protótipo tem como foco principal a construção da forma geométrica inicial em um plano cartesiano físico e, após isso, utilizar as localizações obtidas no plano físico como entrada na atividade, utilizando a visão do plano cartesiano próprio do *software*. Esse código não conta com a utilização de repetições, mas estas ainda podem ser implementadas, como está representado na Figura 13.

Figura 13: Tela de um protótipo com foco em plano cartesiano



Fonte: Franzin; Costa; Santos (2021).

A prática desenvolvida, tanto em sala de aula como no laboratório, ocorreu de forma participativa e motivacional pelos alunos. Somente no início da utilização do *software Scratch* houve um pouco de conversa pois os alunos não entendiam muito bem os comandos. Mas, depois que foi fornecida uma sequência de procedimentos de comandos, os alunos se tranquilizaram e realizaram as atividades normalmente.

Sobre as atividades, os alunos demonstraram bastante interesse e ressaltaram, em seus comentários, que gostaram muito por ser uma atividade diferente, o que os motivou para uma aprendizagem criativa.

Considerações Finais

Ensinar geometria pelo desenvolvimento de atividades que desenvolvam o raciocínio lógico, estimula a criatividade e, ainda, desperta nos alunos o gosto pela educação pelo trânsito, faz com que os educadores sejam motivados a procurar alternativas para o ensino aprendizagem. Ademais, o estudo aqui proposto demonstrou um aumento na autoconfiança, concentração e socialização, quando os conhecimentos gerados saíram do âmbito da escola e foram inseridos na comunidade, enquanto pedestres e futuros motoristas.

Ao considerar atividades com o uso de tecnologias associado ao estudo da geometria, chegou-se a ao objetivo inicialmente proposto. Por esse motivo, são necessárias transformações no agir pedagógico do docente e propor alternativas no processo de ensino. Alternativas essas que também foram contempladas em outros estudos.

Quando esses sistemas passam a fazer parte do processo de aprendizagem, os alunos deixam de ser observadores passivos e passam a ser pensadores ativos por meio de suas capacidades enquanto interagem com a tecnologia, podendo tirar proveito do material que estão criando ou acessando. (FRANZIN *et al.*, 2020, p. 7)

O que se pode dizer, pelas observações e fala dos alunos, é que o desenvolvimento dessas atividades surtiu efeito positivo na aprendizagem do conteúdo de geometria e no conhecimento das placas de sinalização. Mas não se pode afirmar que os alunos tiveram a capacidade de absorver atitudes de boas práticas no trânsito pois não houve condições de aplicar outro questionário para colher essas informações, tendo em vista a suspensão das aulas presenciais. O objetivo da pesquisa foi alcançado já que por meio do questionário foi possível elaborar uma proposta metodológica com uma sequência de atividades práticas pedagógicas explorando alguns comandos de programação

do *software Scratch* na elaboração de conceitos da geometria aliada à educação para o trânsito. Essa proposta foi bem aceita pelos alunos e professores.

Agradecimentos e apoio

Ao CNPq, pelo financiamento de bolsa ao projeto e a todos que, direta ou indiretamente, ajudaram no desenvolvimento deste trabalho.

Traffic Education Through Geometry and the Virtual Learning Environment Scratch: an Approach for Elementary School Students

Abstract

Education for traffic has been necessary for some time, as there are several transit accidents involving students. In this way, the objective of the work is to create a methodological proposal in the form of practical pedagogical activities, exploring some programming commands of the Scratch software, in the elaboration of concepts of geometry combined with traffic education. To achieve the objectives, the applied methodology was used, in a study developed with 32 students, aged between 9 and 14 years of Elementary School. Where the problems related to traffic legislation were investigated, using a questionnaire. The proposal was applied counting 1 period for the application of the questionnaire, 2 periods of class for the theoretical part and another 4 for the practical part in the computer lab, totaling 7 meetings. The evaluation of the activity was carried out through observation, participation and collected impressions. The results showed a positive effect on the learning of the geometry content and on the knowledge of the signposts. It was also obtained a greater awareness of the students about the importance of respecting the traffic laws, but it cannot be confirmed if there was an appropriation of good practices in traffic because it was not possible to collect this information, in view of the suspension of the face-to-face classes, due to the pandemic.

Keywords: Teaching. Geometry. Traffic.

Referências

- BELTRÃO, Isabel do Socorro Lobato; VÍCTOR, Cláudio Barros; BARBOSA, Ierecê dos Santos. Software Geogebra: uma ferramenta na prática docente para o ensino dos números complexos no ensino médio. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**. Nº 5, 2017.
- BIN, Neida Maria Tuzzin. **A Educação no Trânsito no Município de Santa Rosa/RS**. 2020. Disponível em: <https://www.riuni.unisul.br/handle/12345/9207>. Acesso em 16 nov. 2020.
- BORBA, Marcelo C. Informática Trará Mudanças na Educação Brasileira? **Zeteiké**, Campinas, SP, v. 4, n. 6, p. 123-134, jul./dez. 1996.

CABRAL, RONALDO VIEIRA. **O ensino de matemática e a informática: uso do scratch como ferramenta para o ensino e aprendizagem da geometria**. Sarandi, PR, 2015.

Código Nacional de Trânsito. Decreto 62127/68 | Decreto no 62.127, 1968. Disponível em: <https://prespublica.jusbrasil.com.br/legislacao/115882/regulamento-do-codigo-nacional-de-transito-decreto-62127-68>. Acesso em: 16 mar. 2020.

FRACASSI, Elica Maria; ALMEIDA, Patricia Melo Silva de. Práticas positivas na educação básica- educação para o trânsito. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 85678-85683, nov. 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/19448>. Acesso em: 26 nov. 2020.

FRANZIN, Rozelaine de Fatima; MELKE, Caroline. Ensino-aprendizagem de alunos com deficiência visual: proposta inclusiva por meio da Geometria. **REnCiMa**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 1-20, abr./jun. 2021.

FRANZIN, Rozelaine de Fatima et al. História em quadrinhos adaptada como recurso didático no ensino de Geometria na Educação Básica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, e2379119668, 2020.

FRANZIN, Rozelaine de Fatima; RETZLAFF, Eliani; KLEE, Luiz Alberto. Uso de softwares matemáticos como facilitador da aprendizagem. II CENEM-Congresso de Educação Matemática. Junho 2011. Disponível em: < <http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/cnem/cnem/principal/cc/PDF/CC45.pdf> >. Acesso em: 12 mai 2021.

GNU, **Software Livre**. Página Principal. 2015. Disponível em: <<https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.pt-br.html>>. Acesso em 01 mar, 2020.

JORGE, Maria Helena Prado Mello; MARTINS, Christine B.G. A criança, o adolescente e o trânsito: algumas reflexões importantes. **Rev. Assoc. Med. Bras.** vol.59 no.3 São Paulo May/June 2013.

LOBO, Joice da Silva; BAYER, Arno. O Ensino de Geometria no Ensino Fundamental. **ACTA SCIENTIAE**. Canoas v.6 n.1 p. 19 - 26 jan./jun. 2004.

OLIVEIRA, Lillian Fábila Bento de. Educação para o trânsito e valorização da vida: uma experiência didática no ensino fundamental em São Bento do Trairi 2018. 46fl. (**Trabalho de Conclusão de Curso – Monografia**), Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité – Paraíba – Brasil, 2018. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/6619>. Acesso em: 11 dez. 2020.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PAVANELLO, R. M. Educação Matemática e criatividade. **Educação Matemática em Revista**, v. 2, n. 3, p. 5-11, 1994.

RETZLAFF, Eliani; et al. Ambiente Dinâmico Scratch no Ensino da Matemática. **Revista Tecné, Episteme y Didaxis**. Año 2018. Número Extraordinário. Octubre 10, 11 Y 12 de 2018, Bogotá.

SANTOS JÚNIOR, Claudio José dos, PIMENTEL, Renata Gomes, SILVA, Jackson Pinto. **Educação em Saúde no Trânsito para Adolescentes: integrando ensino, pesquisa e extensão**. Anais do Congresso Nacional da *Universidade, EaD e software livre*. VI, nº 11, 2020. Disponível em: <http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/ueadsl/article/view/16940>. Acesso em: 19 nov. 2020.

SAPOSCRATCH. **Página inicial**. Disponível em: <<http://kids.sapo.pt/scratch>>. Acesso em 10 jan. 2015.

SCHRÖETTER, Sandra M.; STAHL, Nilson S. P.; DOMINGUES, Estefane C. Geometria Espacial no Ensino Fundamental: construir para aprender. **REMAT**, Caxias do Sul, RS, v. 2, n. 1, p.58-71, 2016.

SCRATCH, Disponível em: <http://scratch.mit.edu/explore/?date=this_month>. Acesso em 02 mar. 2014.

SOUSA, João Paulo Batista de et al.. Trânsito e educação: relato de uma experiência no ensino fundamental, no Município de Aparecida de Goiânia, Goiás. **CATAVENTOS**, Cruz Alta, RS, v. 12, n. 1, p. 37-53, julho/2020. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/1291>. Acesso em: 08 dez. 2020.

TOMM, Claudio Felipe; SANTOS, Ântonio Vanderlei dos; FRANZIN, Rozeliane de Fatima; STRACKE, Marcelo Paulo; MEGGIOLARO, Graciela Paz. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.1, p.5862-5870 jan. 2021

VASCONCELOS, I. R., CARDOSO, P. C. F. **Desenvolvimento de um jogo educativo sobre trânsito com o software Scratch**. 2010. Disponível em: siaiap32.univali.br/seer/index.php/acotb/article/viewFile/6362/3597. Acesso em 14 mar. 2020.

VENTORINI, A. E.; FIOREZE, L. A. O software Scratch: uma contribuição para o ensino e a aprendizagem da matemática. **IV EIMAT**, 2016. Disponível em: w3.ufsm.br/ceem/eimatt/Anais/arquivos/ed_4/MC/MC_Venturine_Andre.pdf. Acesso em 14 mar. 2020.

VENTURA, Ana de F. L. **O Scratch Promotor do Pensamento Computacional no Processo de Ensino-Aprendizagem da Geometria no 1.º CEB**. Disponível em: <http://hdl.handle.net/20.500.11796/2487>. Acesso em: 22 ago. 2020.

VENTURA, L. M.; BIANCHINI, L. G.B.; KIRNEW, L. C. P. Scratch e a possibilidade de novos sentidos sobre o ensino da Lógica de Programação. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 05, n. 11, p. 73-85, jun. 2019.

ZWAN, Liciara Daiane; FRANZIN, Rozelaine de Fatima; TRENTIN, Marco Antônio; LOOSE, Luis Carlos. Ambiente virtual inclusivo para o ensino de matemática para alunos surdos da educação básica. **IV Ciecitec**, 2017. Disponível em: < http://san.uri.br/sites/anais/ciecitec/2017/resumos/comunicacao/trabalho_2739.pdf>

Chimias artesanais: saberes populares fazendo-se saberes escolares

Luciana Dornelles Venquiaruto*, José Vicente Lima Robaina**

Resumo

Neste artigo, apresenta-se os resultados de uma pesquisa que investigou os saberes populares relacionados ao preparo artesanal de chimias. O presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de transformar os saberes populares de um determinado grupo social em saberes que façam parte do currículo escolar. A parte empírica desenvolveu-se a partir de entrevistas semiestruturadas com um grupo de agricultores camponeses do norte do estado do Rio Grande do Sul, que detém conhecimentos sobre o preparo artesanal de chimias. A interlocução com os depoentes possibilitou reflexões acerca desta investigação e estas, por sua vez, propiciaram a construção de atividades experimentais a serem desenvolvidas no âmbito escolar, no caso específico, experimentos envolvendo osmose e solubilidade.

Palavras-chave: Saberes populares. Saberes escolares. Chimias. Osmose. Solubilidade.

* Doutora em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Docente da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI, Erechim, RS, Brasil. E-mail: venquiaruto@uri.com.br

** Doutor em Educação. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: joserobaina1326@gmail.com

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i2.13341>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em: 14/02/2022; Aceito em: 01/08/2022

ISSN: 2595-7376



Introdução

Em nosso dia a dia, somos enredados em processos de dominação e de subordinação sem, muitas vezes, darmos conta. Na instituição escolar, a cultura dominante é transmitida como algo natural, legítimo, muitas vezes proveniente de uma tradição acadêmica. A escola dificilmente valoriza outro saber que não seja validado pela academia ou por instituições de pesquisa.

No entanto, nos últimos anos têm surgido propostas (como em LOPES, 1999, CHASSOT, 2008, GONDIM e MOL, 2008, RESENDE *et al.*, 2010; VENQUIARUTO, DALLAGO, DEL PINO, 2014; NONNEMACHER, VENQUIARUTO, 2018; RENNER *et al.*, 2020) que defendem ser função da escola valorizar também o saber popular, o saber local, próprio da comunidade em que está inserida, não como algo inusitado ou folclórico, ou ainda para que esse sirva, simplesmente, de ponte para a aquisição do saber acadêmico. Valorizar os saberes populares de um determinado grupo social é considerar a existência de uma pluralidade cultural.

Trabalhar nas escolas a supervalorização do conhecimento científico, entendendo este como o verdadeiro e, portanto, legítimo, é um tanto preocupante. É sabido que nem todo discurso científico é necessariamente verdadeiro, além do que esse conhecimento científico é capaz de explicar uma série de questões pertinentes ao mundo em que vivemos, mas certamente não é capaz de solucionar todos os problemas (VENQUIARUTO *et al.*, 2011).

Neste sentido, não parece válido exigir que os alunos estudem, somente, o conhecimento científico, por vezes trabalhados em sala de aula de forma descontextualizado, deixando de lado formas de produção do conhecimento, muito provavelmente vinculadas às suas raízes e às suas culturas. Existem muitos saberes, que estão afiliados a diferentes culturas e diferentes práticas sociais e fazem parte do nosso cotidiano, seja nas lutas diárias por sobrevivência, seja nas simples ações que compõem o nosso dia a dia.

É preciso esclarecer que, ao se propor experimentos com o intuito de dar visibilidade aos saberes populares e assim possibilitar seu estudo no ambiente escolar – mais especificamente conteúdo de Ciência escolar – não há a pretensão de indicar caminhos “certos” para a sala de aula. Pretende-se, com esta ação, simplesmente demonstrar que é possível a inserção de outros saberes, que não os hegemônicos, no currículo escolar.

Destaca-se, no entanto, que os saberes cotidianos de trabalhadores rurais são, muitas vezes, similares aos saberes que a academia produz. Assim, com o auxílio da Química acadêmica, podem ser compreendidos e, posteriormente, trabalhados em sala de aula. Salienta-se que o exercício de tornar saberes populares em saberes escolares permite, dentre várias possibilidades, uma forma de negociação de significados e de apropriação de conceitos científicos.

Nessa perspectiva, desenvolveu-se uma pesquisa envolvendo a valorização de saberes populares relacionados com o preparo artesanal de chimias (*schimier*). Ressalta-se que existe uma diferença básica entre o doce de fruta chamado geleia e o doce de fruta denominado chimia, sendo que a primeira é preparada somente com o caldo (suco) das frutas enquanto as chimias são produzidas utilizando-se, tanto o caldo quanto a polpa das frutas (LOVATEL, COSTANZI, CAPELLI, 2004), no caso desta pesquisa estaremos estudando, exclusivamente, as chimias. Assim, pesquisamos os saberes de um determinado grupo social, mais especificamente de agricultores campesinos, com o intuito de utilizá-los para a construção de saberes escolares por intermédio de experimentos que contemplem o Ensino de Ciências. Nesse artigo, apresentaremos os resultados dessa pesquisa com o propósito de socializar com a comunidade que faz educação por intermédio das Ciências da Natureza.

O preparo de chimias e suas relações com os saberes químicos escolares

A pesquisa desenvolvida fundamenta-se na abordagem qualitativa (BOGDAN e BIKLEN, 1994), com inspiração na etnografia. A metodologia empregada no desenvolvimento da parte empírica foi denominada “do tipo etnográfica”, conforme orientação metodológica de Marli de André (2009). Uma vez que não se teve a pretensão de realizar uma etnografia, ou seja, não houve interesse em descrever “o todo” da cultura de um determinado grupo social (hábitos, valores, linguagem, crenças, relações de parentesco...), também não houve a pretensão em realizar um longo mergulho no trabalho de campo. O interesse limitou-se a um foco específico da cultura pesquisada, que é a educação e como esta se envolve na produção de saberes ligados à prática cotidiana de agricultores campesinos da região norte do estado do Rio Grande do Sul.



Para tanto, realizou-se a observação participante e entrevistas semiestruturadas. As entrevistas tiveram como objetivo conhecer os saberes que envolvem o preparo de chimias. Os depoentes que participaram desta pesquisa pertencem aos municípios Erechim, Aratiba, Áurea, Getúlio Vargas e Gaurama, todos situados na região norte do estado do Rio Grande do Sul. A observação participante e as entrevistas transcorreram nas propriedades rurais dos agricultores campesinos participantes da pesquisa, os quais, no decorrer da atividade, prepararam as chimias, explicando detalhadamente todas as etapas, que vai desde os cuidados com a seleção das frutas até a cocção da mesma.

A interlocução com esse grupo de agricultores possibilitou reflexões acerca dessa investigação e propiciou a construção de atividades experimentais a serem desenvolvidas no âmbito escolar, na qual alguns conteúdos de Química se relacionam com os saberes que envolvem o preparo de chimias. Para tanto, buscou-se por intermédio da vivência e experiência desse grupo social, no preparo chimias, relações com conteúdos formais de Química.

Segundo os participantes desta pesquisa a chimia (ou *schimiers*), doce típico da região sul do Brasil, é herança dos antepassados, imigrantes europeus, que chegaram ao Brasil entre os séculos XIX e XX.

Na região em estudo, os imigrantes alemães e italianos contribuíram significativamente com o hábito alimentar relacionado ao consumo de chimias. Doce este que adaptou-se, rapidamente, à variedade de frutas da região sul do Brasil.

Todos os depoentes, no decorrer das entrevistas, enfatizaram que o preparo de chimias garantia/garante o aproveitamento de frutas sazonais, resultando em um produto de alta durabilidade. Enfatizaram que quando a eletricidade não era acessível a toda a população as chimias eram preparadas em grandes quantidades com as frutas da estação e eram armazenadas em latas/baldes com tampas e guardadas em um local fresco ao abrigo da luz. Era esperado que as chimias açassem com o passar dos meses de armazenamento, em especial com a chegada do inverno. Indicativo este que determinava, aos agricultores campesinos, que as chimias armazenadas estavam em bom processo de conservação. A produção familiar era consumida ao longo de todo o ano. Sendo que as frutas mais utilizadas para o preparo das chimias eram: uva, pera, pêssgo, figo e goiaba.

O preparo das chimias consiste em cozinhar a polpa das frutas com açúcar até chegar ao ponto desejado. Segundo os entrevistados o momento de parar com a cocção, normalmente, é quando a chimia começa a desgrudar do fundo da panela. Outra maneira de saber quando a chimia está prona é adicionar “um pingo” (uma pequena porção) da chimia em um copo com água. Se a chimia dissolver-se na água, ainda não estará no ponto de encerrar a cocção. No entanto se a pequena porção chegar inteira até o fundo do copo, a chimia está pronta e a cocção deve ser encerrada.

Assim, a chimia consiste em uma massa pastosa de fruta e é preparada com frutas maduras, amassadas ou em pedaços, acrescido de açúcar. Salienta-se que o açúcar era produzido nas próprias propriedades (açúcar mascavo), até meados dos anos 70. Além das frutas, por vezes, era acrescentado leguminosas, como o chuchu e a abóbora, na sua elaboração com o intuito de ter um maior rendimento. Este doce estava/está presente, diariamente, na mesa do produtor rural, sendo utilizado sobre pães, biscoitos, bolachas ou ainda como recheio deucas e bolos.

Destaca-se que o hábito cultural do preparo de chimias, mesmo nos dias atuais, está muito presente na região pesquisada. Poucas foram as mudanças quanto ao preparo das mesmas. Sendo que a técnica de preparo está inalterada a gerações e, consiste, basicamente, em apurar as frutas com açúcar até chegar na consistência desejada. As mudanças estão direcionadas para o acesso facilitado a grande variedade de frutas, disponibilizadas nos pomares para o preparo de chimias e, também, para a substituição do açúcar mascavo pelo açúcar industrializado. A industrialização trouxe novas tecnologias que, inquestionavelmente, foi um facilitador nas ações diárias da população. No caso específico desta pesquisa, o açúcar tipo cristal foi esse facilitador.

Salienta-se que, atualmente, na região em estudo, o preparo do doce de frutas, não tem mais, exclusivamente, a finalidade de conservar frutas sazonais para consumi-las no decorrer do ano, mas garante, também, uma renda extra no orçamento familiar. Com a valorização do consumo de produtos naturais, as chimias artesanais vêm ganhando espaço na mesa do consumidor gaúcho.

Ressalta-se que dentre os principais métodos utilizados para a conservação de frutas, está a adição de açúcares (SOUZA *et al.*, 2014; OLIVEIRA, FEITOSA, SOUZA, 2018). Com o emprego da sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$), é criada uma condição desfavorável para o crescimento de microrganismos, devido ao aumento da pressão osmótica e



redução da atividade de água nas frutas. Assim, a água livre disponível no fruto é absorvida pelo açúcar (soluto), tornando-a indisponível para reações bioquímicas e agentes microbiológicos (WOLKE, 2005). Além disso, no preparo de chimias é utilizado a cocção (tratamento térmico) que promove a morte dos microrganismos e a perda de água por meio de sua evaporação durante a cocção das chimias.

Possíveis relações com a sala de aula

Partindo das falas dos depoentes e após análise destas, foram desenvolvidas atividades práticas, com materiais de fácil acesso, que envolvem a conservação de alimentos por intermédio da adição de açúcar. Nesse contexto, são propostas atividades referentes às temáticas osmose e solubilidade.

Das atividades a seguir descritas, as duas primeiras podem ser empregadas com o objetivo de compreender o fenômeno osmótico sendo que uma das atividades investiga a ação do açúcar nos alimentos e a outra atividade envolve o preparo de chimias. A última atividade tem relação com o tópico solubilidade.

Atividade experimental I: Investigando a ação do açúcar em alimentos

- i) Separar três recipientes previamente lavados. Inserir a mesma quantidade de morangos em cada um deles;
- ii) Adicionar leite condensado em um dos recipientes e açúcar do tipo cristal em outro. O terceiro frasco será o controle.
- iii) Após alguns minutos observar e anotar o que foi analisado.
- iv) Para finalizar saborear o experimento!

Atividade experimental II: Preparando chimia de morango

- i) Lavar 500 gramas de morangos em água;
- ii) Cortar em pedaços e adicioná-los em uma panela;
- iii) Acrescentar na panela 500 gramas de açúcar;
- iv) Cozinhar em torno de 20 minutos, sempre mexendo para não grudar no fundo da panela, ou até que se forme uma calda espessa e os morangos fiquem macios.

Atividade experimental III: Solubilidade: cristais de açúcar

- i) Adicionar em uma panela uma xícara de água e levar ao fogo;
- ii) Adicionar lentamente duas xícaras e meia ($2\frac{1}{2}$) de açúcar a água aquecida;
- iii) Mexer até dissolver totalmente o açúcar;
- iv) Deixar a calda esfriar;
- v) Verter a calda em frascos pequenos e adicionar alguns cristais de açúcar para atuarem como germen de cristalização.
- iv) Aguardar três dias e observar a formação dos cristais de açúcar.

Discussões das Atividades Experimentais

No experimento I é possível observar que quando adiciona-se açúcar no morango, seja na forma de leite condensado ou açúcar cristal (Figura 1a), este se desidrata, ou seja, perde água, conforme demonstrado na Figura 1b. A adição de açúcar, em alimentos, tem como um dos objetivos conservar os alimentos por mecanismo osmótico, mediante remoção de água de sua estrutura composicional.

Figura 1: Experimento I desidratação de frutas por intermédio da adição de açúcar



1(a) Início do experimento



1(b) Término do experimento

Fonte: Autores (2022).

Na natureza, a osmose transfere água de uma solução de baixa concentração (de açúcar, sal, etc), através de uma parede celular ou de outro tipo de membrana, para uma solução de maior concentração do outro lado da membrana, e, desta forma, dilui a solução mais concentrada, acrescentando-lhe mais água, buscando um

equilíbrio osmótico, onde ambas as soluções, nos dois lados da membrana, tendem a apresentar concentrações similares (WOLKE, 2005).

Portanto, osmose é o fluxo de solvente de uma solução de baixa concentração de soluto para uma solução de maior concentração de soluto, por intermédio de uma membrana semipermeável, a qual permite seletivamente que algumas substâncias possam passar através dela e outras não (PERUZZO; CANTO, 2015; RUSSEL, 2013; TRO, 2017).

Quanto maior o gradiente de concentração entre os meios, mais efetivo será o processo osmótico, ou seja, maior será a migração de solvente do meio menos para o mais concentrado, necessário para a obtenção do equilíbrio, legitimando os resultados observados na Figura 1b, onde o ensaio empregando o açúcar cristal, de maior concentração, apresentou resultados mais nítidos/efetivos, tanto em volume de solução extraída, quanto em desidratação das frutas, em relação ao leite condensado, cuja concentração de açúcar é menor.

Como já mencionado, os microrganismos requerem um mínimo de água, denominado atividade de água, para sobreviverem e se reproduzirem, e a osmose é uma das formas que podem conduzir as suas inativações em alimentos. No entanto, para a viabilização dos processos de desidratação, principalmente em relação a quantidade do agente osmótico (seja sal ou açúcar) empregado, a água extraída do alimento pelo agente osmótico deve ser constantemente removida, mantendo assim o processo osmótico efetivo, sem a necessidade do emprego de quantidades expressivas do mesmo em relação a massa de alimento a ser desidratada, o qual deve apresentar, para sua futura conservação, ao final do processo uma atividade de água inferior a necessária ao desenvolvimento microbiano.

A água, no caso das chimias, está presente em baixa concentração porque grande parte desta evaporou durante o processo de cocção (Figura 2a). A pouca água que restou é absorvida pelo açúcar gerando assim uma situação inóspita para o crescimento e desenvolvimento de microrganismos. E desta forma, as chimias, se bem envazadas, poderão ser armazenadas por longos períodos, sem o uso da refrigeração (Figura 2b).

Figura 2: Experimento II preparo de chimia de morango

2 (a) Cocção da chimia



2 (b) Chimia envasada

Fonte: Autores, (2022).

Assim, o açúcar, quando associado ao aquecimento, atua como um bom agente conservante de produtos alimentícios, já que a presença do açúcar aumenta a pressão osmótica do meio e diminui a atividade de água, criando condições desfavoráveis à proliferação de grande parte das espécies de bactérias, bolores e leveduras (KROLOW, 2005; SOUZA *et al.*, 2014).

O experimento três explora o conceito de solubilidade e cristalização. Sendo que a solubilidade é uma propriedade física das substâncias de se dissolver, ou não, em um determinado líquido/solvente. A dissolução química pode ser compreendida como um processo de dispersão do soluto em um solvente, dando a origem a uma solução ou mistura homogênea (ATKINS, JONES, 2013; LEE, 2013; JUNQUEIRA, MAXIMIANO, 2020). Dessa forma, dependendo da quantidade de soluto inserida e solúvel, e da temperatura do sistema, pode-se ter três tipos de soluções, a saber: insaturada, saturada e supersaturada (RUSSEL, 2013).

No momento em que a solução de açúcar foi aquecida, dissolveu-se uma grande quantidade de açúcar na água; uma massa maior de açúcar do que seria possível dissolver se a água estivesse em temperatura ambiente (25°C). Essa massa de açúcar solúvel, mesmo a temperatura ambiente, poderá permanecer dissolvida desde que o sistema não tenha nenhuma perturbação, ou seja, tem-se uma solução com mais soluto dissolvido do que o coeficiente de solubilidade para essa temperatura. Esse tipo de solução é denominado supersaturado.

Como já mencionado, essa solução é instável e qualquer perturbação ao sistema pode fazer com que a quantidade que está dissolvida em excesso cristalize, deixando de ser supersaturada e passando para saturada com corpo de fundo. No caso, do experimento 3, ao colocar cristais de açúcar (gérmen de cristalização) na solução, após atingir a temperatura ambiente, o excesso de açúcar da solução irá com o tempo cristalizar (Figura 3a).

O que vai de encontro aos saberes detidos pelos depoentes da pesquisa que enfatizaram que as chimias tendem a açucarar com o passar do tempo e com a chegada do inverno na região sul do Brasil. Neste caso, a perturbação do sistema se deve a diminuição da temperatura. Nos dias atuais, é possível observar esse processo quando as mesmas são armazenadas em refrigeração. A diminuição da temperatura explica este processo, pois ao reduzir a temperatura, diminui a solubilidade do açúcar no meio aquoso, aumentando a quantidade de açúcar que seria insolúvel naquela condição, aumentando a instabilidade do sistema e, conseqüentemente, favorecendo a cristalização.

Para o consumidor a cristalização do açúcar em chimias artesanais é indesejável, no entanto, sua presença durante o armazenamento é um indicativo que a chimia possui em sua composição uma quantidade de açúcar suficiente para inibir a proliferação de microrganismo, possibilitando assim sua conservação, mesmo fora da refrigeração.

Processo similar pode ser facilmente observado com o mel, o qual nada mais é que uma solução supersaturada de frutose, glicose e sacarose (SILVA *et al.*, 2016; BASTOS, STEFFENS, STEFFENS, 2022) e com o passar do tempo, tende a açucarar (cristalizar). Este processo é acelerado quando o mel é armazenado em refrigeração, porém pode ser facilmente reversível por aquecimento, ou pelo uso de micro-ondas.

Figura 3: Cristalização da sacarose a partir de uma solução saturada

3 (a) Cristais de açúcar



3 (b) Cristais de açúcar em palitos

Fonte: Autores, 2022.

Outra sugestão de experimento para realizar em sala de aula envolvendo o estudo da solubilidade é a cristalização da sacarose em palitos (Figura 3b). O Site Manual do Mundo disponibiliza um vídeo do experimento no link: <https://www.youtube.com/watch?v=Jl4z9p1j1C4>). O mesmo experimento é discutido no livro *Química na Cabeça: experiências espetaculares para você fazer em casa ou na escola* (MATEUS, 2001).

Considerações finais

Na realização desta pesquisa, especialmente no decorrer da parte empírica, percebeu-se que os saberes próximos da escola, como os saberes que envolvem o preparo de chimias, são enriquecedores para a compreensão de que os conteúdos, que compõem as grades curriculares do Currículo de Ciências, podem, sim, fazer parte do dia a dia dos estudantes e, dessa forma, estar mais próximo de suas realidades.

A interlocução com os informantes desta pesquisa possibilitou reflexões acerca desta investigação e estas, por sua vez, propiciaram a construção de atividades experimentais que envolveram conteúdos formais de Ciências, mais especificamente, osmose e solubilidade.

Ao vincular o saber popular a um saber formal, possibilita-se, por meio de uma transposição didática, sua transformação em um saber escolar. Este trabalho foi uma maneira que encontramos para fazer com que saberes populares relacionados à produção artesanal de chimias façam parte do currículo como um conhecimento escolar. Salienta-se que este foi o nosso olhar, como pesquisadores, sobre a temática

vivenciada e estudada. Outros pesquisadores, poderão ter outros olhares sobre a mesma temática em virtude de suas vivências e experiências de vida.

Há múltiplas possibilidades de transformar saberes locais, oriundos de um determinado grupo social, em saberes escolares. Que tal você começar a pensar em estudar maneiras de valorizar algum saber típico da sua região em saber escolar?

Fruit jam: popular knowledge making school knowledge

Abstract

This article presents the results of a research that investigated popular knowledge related to the artisanal preparation of fruit jam. The present work was developed in an attempt to transform the popular knowledge of a certain social group into knowledge that is part of the school curriculum. The empirical part was developed from semi-structured interviews with a group of peasant farmers in the north of the state of Rio Grande do Sul, who have knowledge about the preparation of chimias. Interlocution with the deponents made possible reflections about this investigation and these, in turn, provided the construction of experimental activities to be developed in the school environment, in the specific case, experiments involving osmosis and solubility.

Keywords: Popular knowledge. School knowledge. Fruit jam. Osmosis. Solubility.

Referências

- ANDRÉ, M. E. D. A. **Etnografia da prática escolar**. Campinas: Papirus, 2009.
- ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- BASTOS, G. STEFFENS, J.; STEFFENS, C. Avaliação da qualidade físico-químicos de méis obtidos de produtores rurais da região do alto Uruguai/RS. **Revista Vivências**, v. 18, n. 35, p. 329-342, 2022. Disponível em: <file:///C:/Users/URI/Downloads/356-Texto%20do%20Artigo-1989-1-10-20220101.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2022.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.
- CHASSOT, A. I. Fazendo educação em ciências em um curso de Pedagogia com inclusão de saberes populares no currículo. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 9-12, 2008. Disponível em: <http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc27/03-ibero-2.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2022.
- GONDIM, M. S. C.; MOL, G. S. Saberes populares e ensino de Ciências: possibilidades para um trabalho interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, n. 30, p. 3-9, 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc30/02-QS-6208.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2022.
- KROLOW, A. C. R. **Preparo artesanal de geleias e geleiadadas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005.



JUNQUEIRA, M. M.; MAXIMIANO, F. A. Interações intermoleculares e o fenômeno da solubilidade: explicações de graduandos e química. **Química Nova**, v. 43, n. 1, p. 106-117, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/zYJjbDDDNc4ntSrcwxf5W7N/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 07 fev. 2022.

LANDIM, A. P. M.; BARBOSA, M. I. M. J.; BARBOSA JÚNIOR, J. L. Influence of osmotic dehydration on bioactive compounds, antioxidant capacity, color and texture of fruits and vegetables: a review. **Ciência Rural**, v. 46, n. 10, p. 1714-1722, 2016. DOI:•<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150534>. Acesso em: 23 jan. 2022.

LEE, J. D. **Química inorgânica não tão concisa**. São Paulo: Edgard Blücher, 2013.

MATEUS, A. L. **Química na cabeça**: experiências espetaculares para você fazer em casa ou na escola. Belo Horizonte: UFMG, 2001.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento Escolar**: ciência e cotidiano. Rio de Janeiro: UERJ, 1999.

NONNEMACHER, F.; VENQUIARUTO, L. D. **Saberes e sabores na Química**: atividades práticas para o ensino médio envolvendo o vinagre de vinho tinto. Bagé: Faith, 2018. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/430325>. Acesso em: 10 fev 2022.

OLIVEIRA, E. N. A.; FEITOSA, B. F.; SOUZA, R. L. A. **Tecnologia e processamento de frutas**: doces, geleias e compotas. Natal: IFRN, 2018.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**: química geral e inorgânica: ensino médio. São Paulo: Moderna, 2014.

RENNER, L., F. et al. **Bolos Missioneiros**: Química, Cultura, Memória. Cruz Alta: Ilustração, 2020.

RESENDE, D. R.; CASTRO, R. C.; PINHEIRO, P. C. O. Saber popular nas aulas de Química: relatos de experiência envolvendo a produção de vinho de laranja e a sua interpretação no ensino médio. **Química Nova na Escola**, n. 30, p. 3-9, 2010. Disponível em: http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc32_3/04-RSA-5409.pdf. Acesso em: 30 jan. 2022.

RUSSELL, J. B. **Química geral**. São Paulo: Makron Books, 2013.

SILVA, E. G. P.; SANTOS, A. C. N.; COSTA, A. C. S.; FORTUNATO, D. M. N.; JOSÉ, N. M.; KORN, M. G. A.; SANTOS, W. N. L.; FERREIRA, S. L. C. Determination of manganese and zinc in powdered chocolate samples by slurry sampling using sequential multielement flame atomic absorption spectrometry. **Microchemical Journal**, v. 82, p. 159-162, 2006.

SOUSA, A. I. O.; NÓBREGA, J. Y. L.; MACHADO, A. V.; COSTA, R. O. Conservação de frutas através da utilização do açúcar. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 4, n. 1, p. 15-18, 2014. Site consultado: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/3682>. Acesso em: 05 fev. 2022.

SOUZA, L. A. Osmose no morango com leite condensado. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/osmose-no-morango-com-leite-condensado.htm>. Acesso em: 10 jan. 2022.

STUDER, A.; DAEPP, H. U.; SUTER, E. **Conservación casera de frutas y hortalizas**. Zaragoza: Acribia, 1996.

TRO, N. J. **Química uma abordagem molecular**. Rio de Janeiro: LCT, 2017.



VENQUIARUTO, L. D.; DALLAGO, R. M.; DEL PINO, J. C. **Saberes populares fazendo-se saberes escolares**: um estudo envolvendo pão, o vinho e a cachaça. Curitiba: Appris, 2014.

WOLKE, R. L. **O que Einstein disse a seu cozinheiro**: mais ciência na cozinha. Rio de Janeiro: J. Zahar, 2005.

Uso de TDIC em interações pedagógicas: expectativas de aprendizagem em um curso de formação continuada

Rafael Winícius da Silva Bueno*, Clarissa Coragem Ballejo**, Lorita Aparecida Veloso Galle***

Resumo

Este estudo busca construir resposta para a seguinte indagação: *Quais são as expectativas de aprendizagem daqueles que ingressam em um curso de formação continuada docente voltado à incorporação das TDIC nas interações pedagógicas do século XXI?* Trata-se de uma investigação de abordagem qualitativa, do tipo estudo de caso, em que participaram 33 professores inscritos em um curso de formação continuada voltado para docentes, oferecido de forma gratuita, cujo desenvolvimento se deu de modo assíncrono. Promovido por uma instituição de Ensino Superior pública localizada no Rio Grande do Sul – Brasil, o referido curso teve como objetivo trabalhar as possibilidades pedagógicas trazidas por algumas ferramentas tecnológicas, a partir do modelo que congrega o Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo. Por meio de um questionário online, os cursistas responderam a seis perguntas fechadas, que objetivaram caracterizar o grupo, e uma pergunta aberta, em que foram solicitados a expressar as suas expectativas em relação ao curso. As respostas a esta última questão constituíram o *corpus* de análise, sendo esse tratado via Análise Textual Discursiva. Da análise emergiram três categorias: i) percebendo intersecções; ii) visão fragmentada; e iii) TDIC e contexto pandêmico. Os resultados indicaram que, embora alguns cursistas tenham demonstrado preocupação apenas com o conhecimento tecnológico, muitos concentraram suas expectativas em torno do aprimoramento da integração de pedagogia, tecnologia e conteúdo em suas práticas docentes. Alguns ainda relataram que a busca por conhecimentos sobre como incorporar recursos tecnológicos

-
- * Doutor e Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Licenciado em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico. E-mail: rafael.bueno@iffarroupilha.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9573-8053>
- ** Doutora e Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Licenciada em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora da Educação Básica. E-mail: clarissa.ballejo@acad.pucrs.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4140-9550>
- *** Doutora e Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Bacharel e Licenciada em Química. Professora do Ensino Superior. E-mail: loritagalle@faccat.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4755-3070>

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i2.13048>
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>
Recebido em: 11/10/2021; Aceito em: 01/12/2022
ISSN: 2595-7376



em sala de aula foi potencializada diante da pandemia da Covid-19, uma vez que os encontros com seus estudantes se deram de forma remota. Constata-se a necessidade de mais ofertas de cursos de formação continuada que visem o aperfeiçoamento docente, sobretudo relacionados ao uso de recursos tecnológicos vinculados a pedagogias adequadas para o desenvolvimento de cada conteúdo previsto na matriz curricular.

Palavras-chave: Formação de professores. TPACK. TDIC.

Introdução

A atuação docente traz consigo diversas responsabilidades. Dentre elas, destaca-se a necessidade de atualização constante, que contempla a busca por inovações didáticas e abordagens metodológicas diferenciadas, inovadoras e condizentes com o cotidiano discente. Conforme enfatiza Dewey (1979), solicitar aos estudantes que pensem e que se engajem em situações didáticas, abstraindo-os de concretudes, que sejam capazes de lhes motivar, é tão inútil quanto pedir-lhes que se ergam puxando os cordões dos próprios tênis.

Diante deste cenário, considera-se que as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) caracterizam-se como recursos capazes de contribuir para direcionar a curiosidade discente para fins intelectuais. Entretanto, para que professores se sintam seguros e confortáveis para adotar recursos digitais, devem estar preparados para tal. Assim, entende-se que os cursos de formação continuada podem servir para aprimorarem os seus conhecimentos, contribuindo para um embasamento teórico e empírico que visa ao enriquecimento das práticas em sala de aula. Esses cursos se constituem, de acordo com Chieffi e Reginato (2014, p. 175), como um *“recurso de aprimoramento, de atualização dos profissionais, num mundo em constante movimento”*.

Para que as TDIC sejam incorporadas ao contexto escolar, de forma enriquecedora, são necessárias formações capazes de explorar o potencial pedagógico dos recursos digitais. Corroborando essa percepção, Oliveira, Henriques e Gutiérrez-Fallas (2018) argumentam que a criação e implementação de interações didáticas que tirem partido das TDIC requerem conhecimento docente envolvendo conteúdo, pedagogia e tecnologia.

Indagações que se referem ao que os professores precisam saber para incorporar as TDIC, de forma apropriada, nas suas práticas de ensino emergem naturalmente. Mishra e Koehler (2006) propõe, então, o Conhecimento Tecnológico e Pedagógico

do Conteúdo (TPACK), um modelo teórico que busca enfatizar conexões, interações e limitações existentes entre conteúdo, pedagogia e tecnologia.

Nesse contexto, a presente pesquisa tem por objetivo investigar, a partir de uma ótica qualitativa, as expectativas de aprendizagens de estudantes em um curso de formação continuada destinado à incorporação das TDIC na docência contemporânea. Procura-se, então, responder à questão norteadora: *quais são as expectativas de aprendizagem daqueles que ingressam em um curso de formação continuada docente voltado à incorporação das TDIC nas interações pedagógicas do século XXI?*

Para responder tal questionamento, a pesquisa realizada é discutida neste artigo em diferentes seções. Inicialmente, o tema foi contextualizado, apresentando o objetivo e a questão norteadora. Na seção seguinte, a fundamentação teórica utilizada para embasar as construções feitas é trazida à tona, concentrando o estudo no modelo TPACK. Na terceira seção do artigo, os percursos metodológicos são explicados e os caminhos percorridos são descritos. Na sequência, são trazidos os resultados construídos e são propostas discussões, a partir de um olhar qualitativo. Para concluir o texto, apresentam-se as considerações finais dos pesquisadores.

Marco teórico

Desde a década de 1980, com as ideias trazidas por Shulman (1986), a questão dos conhecimentos inerentes à atividade docente tem sido frequentemente debatida. Até aquele momento, o conhecimento técnico e o conhecimento pedagógico eram tidos como competências disjuntas. Foi esse psicólogo estadunidense que propôs, então, a conceitualização do *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo* (PCK) que sustenta que professores devem desenvolver um tipo especial de conhecimento, fazendo interagir o conhecimento científico com questões pedagógicas relevantes.

O PCK se concentra na forma como um conteúdo é transformado, adaptado ou (re)construído para ser ensinado. Esse trabalho ocorre quando o professor interpreta o conhecimento científico e constrói alternativas de representá-lo, explicá-lo e torná-lo mais acessível às diversas habilidades e interesses de seus alunos. Desta maneira, há uma preocupação com o papel do professor em relação às metodologias empregadas em suas aulas (LARA; LEIVAS, 2019).



O modelo TPACK

Procurando estender as ideias de Shulman (1986) para os dias em que as TDIC estão fortemente presentes no cotidiano nas mais diversas situações, Mishra e Koehler (2006) criaram o quadro teórico do *Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo* (TPACK). Assim, defendem que, além de considerar conteúdo e pedagogia, o docente contemporâneo precisa incluir uma terceira dimensão nas suas construções didáticas: a tecnologia.

As TDIC podem desempenhar um papel relevante em criar analogias, ilustrações, exemplos e demonstrações capazes de tornar o conteúdo estudado mais prático, didático, interessante e acessível aos discentes. Mas, para tanto, o professor tem que fazer mais do que aprender sobre as ferramentas digitais. Ele precisa construir o hábito de se adaptar continuamente, aprendendo novas técnicas e habilidades para acompanhar as transformações enquanto as tecnologias são renovadas. Nesse contexto, Mishra e Koehler (2006) enfatizam as conexões, interações e limitações existentes entre conteúdo, pedagogia e tecnologia, argumentando que conhecimentos sobre essas três dimensões são centrais para o desenvolvimento de boas práticas docentes.

O *Conhecimento do Conteúdo* (CK) está relacionado tanto aos saberes a serem ensinados, quanto aos serem aprendidos (MISHRA; KOEHLER, 2006). Para Shulman (1986), esse tipo de conhecimento envolve o conjunto de conceitos empregados no componente curricular, os métodos utilizados e estratégias adotadas pelos docentes, os pressupostos teóricos empregados em aula e as práticas estabelecidas para o desenvolvimento de um determinado tópico dentro de determinado componente curricular. Assim, de acordo com Mishra, Koehler e Mazon (2012), o conhecimento do conteúdo diz respeito à qualidade e à organização que os docentes constroem de um determinado tópico a ser trabalhado em sala de aula, na sua apropriação do assunto a ser desenvolvido.

O trabalho docente excede os conhecimentos acerca do conjunto de conhecimentos referentes ao componente curricular a ser ensinado. Para organizar interações pedagógicas o professor necessita conhecer os objetivos de aprendizagem dos conteúdos, a organização da sala de aula e as estratégias de ensino a serem utilizadas. Esta dimensão profissional, necessária para que o docente exerça a sua atividade, diz respeito ao *Conhecimento Pedagógico* (PK) (MAZON, 2012). Esse tipo de conhecimento considera as necessidades e demandas dos estudantes, a compreensão das capacidades cognitivas dos discentes, os fatores socioculturais e as teorias de aprendizagem.

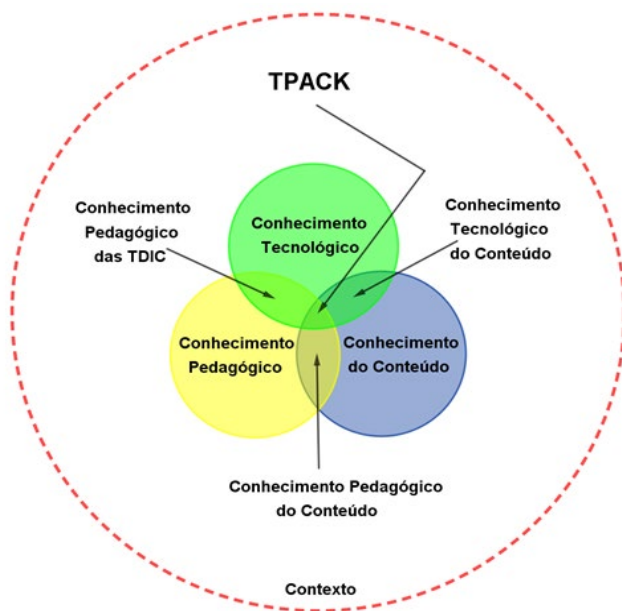
Já, o *Conhecimento Tecnológico* (TK) encontra-se em constante evolução, fato que dificulta a sua elaboração e atualização por parte dos professores. Neste tipo de conhecimento estão inclusas tecnologias padrão (como o giz, o quadro e os livros) e tecnologias mais avançadas (como o *software* GeoGebra, os Ambientes Virtuais de Ensino e de Aprendizagem e os editores de texto). Especialmente no que diz respeito às TDIC, em função de tratar-se de um recurso dinâmico, há necessidade de que o professor, ao incluí-las em suas práticas, esteja disposto a aprender constantemente ao longo de seu percurso profissional (KOEHLER: MISHA, 2008).

Dessa forma, o modelo TPACK, baseia-se na ideia de que, para desenvolver adequadamente os conteúdos, junto aos estudantes do século XXI, é necessária uma intersecção bem construída entre essas três fontes-chave.

O TPACK representa, portanto, o intercâmbio entre os conhecimentos do conteúdo, pedagógico e tecnológico. Assim, com a inovação proposta por Mishra e Koehler (2006), surgem intersecções que originam duas novas duplas e uma tríade (TPACK). As novas duplas são: *Conhecimento Pedagógico das Tecnologias* (TPK) e *Conhecimento Tecnológico do Conteúdo* (TCK).

A Figura 1, na sequência, apresenta uma representação do modelo TPACK citado.

Figura 1: Descrição visual do TPACK



Fonte: Adaptado de Mishra, Koehler e Henriksen (2011).

O TPK pode ser traduzido na compreensão das melhores formas de empregar as TDIC para promover ações de ensino e de aprendizagem. Nesse contexto, é recomendável que o professor tenha conhecimento de como os processos de ensinar e de aprender podem se tornar mais ou menos eficazes diante do uso desse ou daquele recurso tecnológico (MISHRA; KOEHLER, 2006). Trata-se da capacidade de empregar, de modo crítico, TDIC específicas, adaptando-as tanto quanto possível aos objetivos e conteúdos que serão desenvolvidos (MAZON, 2012). Como grande parte dos recursos utilizados em aula não são projetados, inicialmente, para fins educacionais, Harris, Mishra e Koehler (2009) destacam que é relevante levar em conta a sua flexibilidade para as interações pedagógicas. Esses autores destacam, ainda, que o emprego das TDIC para a simples exposição de conteúdos não deve ser interpretado como TPK.

Já o TCK, segundo Mishra e Koehler (2006), é o conhecimento referente ao modo pelo qual as TDIC e o conteúdo estão mutuamente interligados. Neste sentido, os professores carecem conhecer não apenas o objeto de ensino do componente curricular que ministram, mas também remodelar o modo como estes temas podem ser ensinados com a participação, enriquecedora, das TDIC. Sendo assim, é função do professor avaliar e optar pelas ferramentas tecnológicas apropriadas para desenvolvimento de um determinado assunto.

Mishra e Koehler (2006) destacam que um trabalho docente de qualidade requer o desenvolvimento de compreensão da complexa relação de equilíbrio dinâmico entre tecnologia, pedagogia e conteúdo para que o professor, enfim, tenha capacidade de utilizar essa compreensão para desenvolver estratégias pedagógicas específicas para cada contexto de ensino e de aprendizagem. Nesse sentido, de acordo com Cejas-León e Navío-Gámez (2020), os cursos sobre as TDIC, no âmbito da formação docente, merecem uma abordagem específica, uma vez que entram em cena várias competências interligadas. Esses cursos não devem focar apenas habilidades técnicas, mas visualizar como conectar as ferramentas digitais com situações didáticas, favorecendo a aprendizagem.

O entendimento de que o TPACK é um conhecimento que os docentes necessitam para o ensino exige que os formadores desses professores repensem as suas práticas. A preparação para o ensino com as TDIC não pode prescindir de estratégias capazes de proporcionar experiências de integração das TDIC ao ensino em articulação com conteúdo e pedagogia (OLIVEIRA; HENRIQUES; GUTIÉRREZ-FALLAS, 2018).

Entretanto, Cejas-León e Navío-Gámez (2020) afirmam que, no contexto de formação docente para o uso das TDIC, exagera-se na contratação de técnicos, conhecedores profundos das ferramentas digitais, mas sem conhecimento das dinâmicas próprias dos processos de ensino e de aprendizagem. Os professores não buscam apenas habilidades técnicas, mas, sobretudo, visualizar como conectar as ferramentas digitais com suas funções docentes.

Corroborando essa percepção, Mishra e Koehler (2006) destacam que a visão isolada de qualquer uma das três esferas do TPACK vai contra as boas práticas docentes. O ensino, com o advento das TDIC, configura-se em uma relação transacional dinâmica entre conteúdo, pedagogia e tecnologia. Mudanças em qualquer uma dessas dimensões pode afetar e transformar as outras.

Nesse contexto, concordando com Oliveira, Henriques e Gutiérrez-Fallas (2018), acredita-se que experiências formativas significativas podem ajudar os docentes a ampliar e enriquecer o seu TPACK. Assim, conforme destacam Mishra e Koehler (2006), pode-se quebrar o *status quo* para que os professores realizem uma reconfiguração, não apenas da sua compreensão sobre as TDIC, mas de todos os três componentes do TPACK.

Metodologia e caminhos percorridos

Tomou-se o paradigma qualitativo como viés deste trabalho. Nesse contexto, as considerações e reflexões construídas não pretendem ser verdades absolutas, mas compreensões dos pesquisadores sobre o caso estudado. Destaca-se que tais compreensões, apesar de pessoais, são aportadas por fundamentação teórica apropriada e desenvolvidas por meio de metodologia científica bem definida.

Como buscou-se construir significados mais gerais a partir de uma situação tida como particular, entende-se a investigação como um estudo de caso, conforme argumenta Ponte (2006). De acordo com Yin (2001), trata-se, então, de uma pesquisa que se debruça sobre um fenômeno inserido em um contexto real e definido para, então, inferir ideias que, de alguma forma, podem ser generalizadas para contextos mais amplos.

A partir dessas premissas, a presente investigação concentrou-se em uma turma participante de um curso de formação continuada voltado para docentes, dos mais diferentes níveis de ensino. Como parte de um projeto de extensão, o curso teve



como objetivo trabalhar as possibilidades pedagógicas trazidas por algumas ferramentas tecnológicas, a partir do quadro teórico do TPACK. Este modelo, proposto por Mishra e Koehler (2006), tem se apresentado como relevante em estudos sobre os conhecimentos docentes necessários para integrar, de forma enriquecedora, as TDIC aos cenários educativos.

Oferecido de forma online e gratuita, o curso de 40 horas-aula, com atividades exclusivamente assíncronas, contou com 63 inscritos. Entretanto, iniciaram efetivamente as atividades propostas apenas 33 indivíduos.

O curso foi organizado em 4 módulos semanais, cada um com 10 horas-aula. O primeiro módulo voltou-se para a apresentação do constructo TPACK e para discussões sobre o tema. O segundo concentrou-se no uso de recursos digitais para a construção de apresentações mais dinâmicas e interativas para as aulas dos cursistas. Foram trabalhados recursos como Google Apresentação e Slide Mania e cada participante ainda desenvolveu o seu próprio avatar usando o aplicativo Bitmoji. Ao final do módulo, os cursistas criaram apresentações, buscando trazer esses recursos para os seus cenários específicos de ensino e de aprendizagem.

O terceiro módulo tratou da Gamificação e da sua relevância para: oportunizar interação em sala de aula e maior engajamento discente; viabilizar avaliações contínuas e versáteis; e trazer para os contextos educacionais ambientes virtuais nos quais o erro não seja tratado como um problema, mas como uma parte natural da aprendizagem. Para ratificar essas percepções, foram estudados trabalhos de pesquisadores (HARRIS; MISHRA; KOEHLER, 2009; KOEHLER; MISHRA, 2008) que abordam essas ideias. Nesse sentido, foram explorados os recursos Mentimeter, Kahoot, Quizizz e Wordwall. Na avaliação desse módulo, os cursistas participaram de uma atividade de gamificação, como alunos, no Wordwall.

O módulo final tratou do recurso pedagógico infográfico, que utiliza linguagens verbais e não verbais visando alcançar grande potencial atrativo, comunicativo e informativo. Foram trazidos exemplos de infográficos aos cursistas e foi estudado o trabalho de Bueno, Ballejo e Viali (2020), que analisa o impacto do uso desse tipo de recurso em um contexto real de ensino e de aprendizagem de estatística. Ademais, foi explorado o recurso digital Canva para a construção de infográficos. Para finalizar o módulo, pediu-se que os cursistas criassem um infográfico sobre o TPACK.

A fim de responder à questão norteadora desta investigação, antes do primeiro módulo do curso, foi proposto um questionário aos cursistas contendo sete perguntas,

sendo seis objetivas e uma discursiva. Para garantir o anonimato dos estudantes, suas respostas, quando citadas neste artigo, são identificadas por meio de códigos em negrito: **E1**, **E2**, **E3**, **E4**, ... e **E33**.

Sobre o grupo investigado

Mediante as seis questões objetivas propostas, foi possível caracterizar a turma. Dos 33 sujeitos, 23 são do gênero feminino e 10 do masculino. Com idades variando entre 19 e 60 anos, o grupo é formado por pessoas com níveis de instrução diversos, conforme expresso na Figura 2.

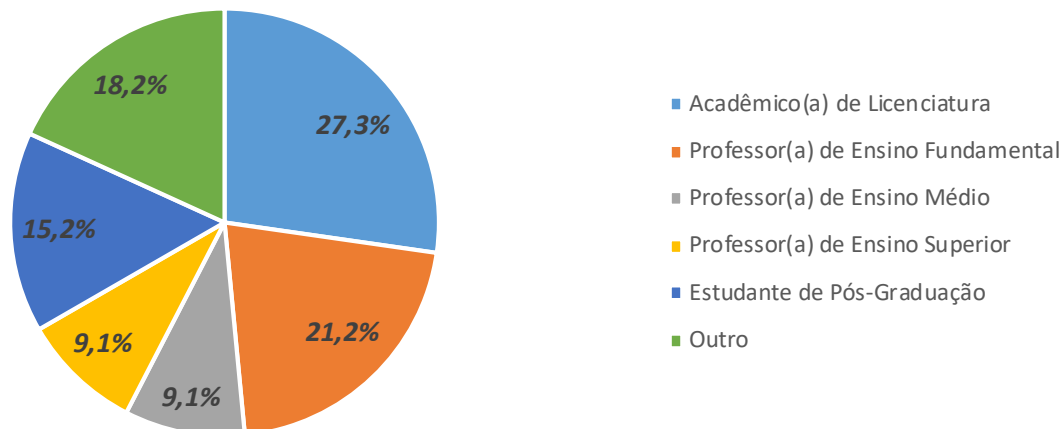
Figura 2: Nível máximo de instrução dos cursistas



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

No que se refere ao campo de atuação, a maioria da turma (18 estudantes) dedica-se ao ensino de Matemática. Do grupo, 13 cursistas não tinham experiência docente alguma, enquanto 10 tinham mais de 5 anos de práticas como professores. Percebeu-se, também, que uma parte da turma (9 estudantes) foi composta por acadêmicos de licenciatura, de acordo com o ilustrado na Figura 3. Como o número de licenciandos é maior que o número de sujeitos que indicaram “superior incompleto” como grau de instrução, entende-se que havia acadêmicos de licenciatura que já haviam concluído outro curso superior.

Figura 3: Campo de atuação dos cursistas



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Depois das 6 questões iniciais, que buscaram caracterizar brevemente o grupo em discussão neste trabalho, a sétima questão proposta aos cursistas solicitava uma resposta discursiva e estava relacionada às suas expectativas em relação ao curso oferecido. Assim, as discussões sobre as narrativas trazidas pelos sujeitos, nas suas respostas dadas à sétima questão, são trazidas na sequência, buscando construir reflexões relacionadas ao modelo TPACK.

Sobre as expectativas do grupo

Após as perguntas que buscaram caracterizar os participantes, chegou-se à sétima questão: *quais as suas expectativas ao ingressar em um curso sobre as tecnologias digitais voltado para o contexto educacional?* As respostas dadas à essa questão foram analisadas nesta investigação por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), de acordo com o que propõem Moraes e Galiuzzi (2016).

Conforme afirmam Sousa e Galiuzzi (2018), com a ATD, parte-se de uma descrição de um fenômeno para buscar compreender, a partir de uma abordagem hermenêutica, os discursos produzidos pelos sujeitos da investigação. Essa caminhada é percorrida com o objetivo de distanciar a interpretação construída de uma simples descrição desse fenômeno.

A ATD encontra-se organizada em três etapas distintas: unitarização, categorização e construção de metatextos. Na unitarização, o *corpus* analítico é des-

membrado com o intuito de identificar e isolar as ideias relevantes. Desta etapa derivam as unidades de significado (MORAES; GALIAZZI, 2016). Cabe destacar que, neste estudo, o *corpus* foi constituído pelas respostas dos participantes sobre suas expectativas em torno de cursos de formação continuada que envolvem as TDIC no contexto educativo.

Na categorização são estabelecidas relações de semelhança entre as unidades de significado, gerando categorias primárias e intermediárias, até que se alcancem as macrocategorias. Esta etapa pode ocorrer com categorias estabelecidas *a priori*, de forma que o pesquisador define as categorias antes de iniciar o processo; emergentes, neste caso as categorias são organizadas pelo pesquisador a partir do *corpus* de análise, levando em conta a intuição e a indução; e categorias mista, em que o pesquisador inicia a análise a partir de categorias *a priori*, sendo estas remodeladas no decorrer do processo analítico.

Nesta investigação, buscou-se construir novas compreensões a partir de categorias emergentes, “*em um movimento entre perspectivas fenomenológicas e hermenêuticas que permitem a fusão de seus horizontes para se chegar à expressão escrita do compreendido*” (GALIAZZI; LIMA; RAMOS, 2020, p. 633). Nesse contexto:

O sentido dado à palavra emergência é aquele da compreensão que surge durante o processo de análise, que o pesquisador, como sujeito histórico, percebe, o que o leva a uma teoria não antes conhecida, mas parte das suas pré-concepções (SOUZA; GALIAZZI, 2018, p. 809).

Destaca-se, entretanto, de acordo com Gadamer (1997), que quando se constroem essas novas compreensões, compreende-se de um modo diferente, inerente aos pesquisadores e ao aporte teórico escolhido, o que não é sinônimo de compreender mais ou melhor.

Resultados e discussões

Da fusão de horizontes proposta pela ATD, e entendendo que a compreensão se reflete em um processo produtivo (não reprodutivo), emergiram, da análise dos textos dos cursistas, três categorias: *Percebendo intersecções*, *Visão fragmentada e TDIC e contexto pandêmico*.

Percebendo interseções

Nesta categoria estão presentes as expectativas dos participantes do curso que apresentam um intercâmbio entre conhecimentos de conteúdo, pedagogia e tecnologia, que caracterizam o TPACK. Essa percepção está em conformidade com o que defendem Oliveira, Henriques e Gutiérrez-Fallas (2018), quando destacam que os cursos de formação docente devem fazer uso de estratégias promotoras de integração das TDIC, de forma enriquecedora, ao contexto de ensino e de aprendizagem. Essa ideia formativa se fez presente nas expectativas de alguns estudantes em relação ao curso oferecido.

Nesse sentido, **E10** destacou que, a partir da formação, pretendia “*compreender as relações das tecnologias digitais com o fazer do professor e as possíveis transformações na sala de aula*”. Já, **E16** tinha como expectativa “*conhecer novas metodologias de ensino, ferramentas e recursos para as aulas*”, enquanto **E13** buscava construir “*conhecimentos que permitam melhorar minha prática pedagógica, com a utilização das TDIC*”. Neste sentido, há indicativos de que os cursistas compreendem que o aprendizado oferecido pode ampliar as possibilidades para que enriqueçam sua prática docente, viabilizando mudanças relevantes no fazer pedagógico que auxiliem na aprendizagem dos estudantes. Isso vai ao encontro do que salientam Meyer e Vosgerau (2020), ao abordarem a relevância do desenvolvimento docente como estratégico para que se consiga inovar em sala de aula, por meio de aprimoramentos nas práticas de ensino.

De acordo com Cejas-Léon e Navío-Gámez (2020), as TDIC podem ser utilizadas para planejar e enriquecer as aulas, para a busca de informações e para o reforço da aprendizagem, mas ainda existem dificuldades docentes para criar cenários nos quais as TDIC façam parte, de forma efetiva e construtiva, das interações pedagógicas. Para tanto, o docente necessita transcender a didática das aulas baseadas no livro texto, fato ainda percebido com frequência nas escolas (PAULA, VIALI, 2018).

Superar essas barreiras foi o que motivou alguns estudantes a se engajarem no curso. É o caso de **E27** que, por meio da formação, tinha expectativa de “*buscar alternativas pedagógicas para qualificar o trabalho como professor*” e **E33**, que buscava “*aprender mais sobre recursos tecnológicos que podem auxiliar nas aulas*”. Nesse cenário, as experiências formativas se mostram significativas para docentes que buscam desenvolver e enriquecer o seu TPACK (OLIVEIRA; HENRIQUES; GUTIÉRREZ-FALLAS, 2018).

Percebeu-se, também, que alguns dos estudantes possuíam alguns conhecimentos técnicos das TDIC, mas queriam transcender o uso ferramental das tecnologias e chegar ao seu uso educacional. Dessa forma, **E20** destacou que buscava aprender como *“utilizar a tecnologia, mas não apenas como usar um aparelho, mas sim incorporá-lo no processo de ensino”*. Este excerto também manifesta que alguns professores almejavam, nesta formação, mais que aprender o simples manejo de recursos tecnológicos.

Essa expectativa reforça a ideia trazida por Cejas-Léon e Navío-Gámez (2020), que destacam que os professores não buscam apenas habilidades técnicas, mas sobretudo visualizar alternativas de como conectar as ferramentas digitais às suas atividades práticas de ensino. Ademais, de acordo com Mishra e Koehler (2006), a aprendizagem simples e neutra sobre as TDIC encoraja a criação de soluções gerais para o ensino e deixa de lado a percepção que o seu uso adequado deve contemplar diversos aspectos particulares do contexto de ensino e de aprendizagem.

Frente à perecibilidade dos conhecimentos tecnológicos em constante modificação, **E30** viu no curso a possibilidade para reciclar seus conhecimentos, entendendo que *“é necessário manter-se sempre atualizado e a par de como essas ferramentas podem nos auxiliar em nossa profissão e na aprendizagem dos estudantes”*. Como modo de atender às demandas cada vez mais complexas da contemporaneidade, é fundamental que os professores tenham consciência de que o conhecimento referente às tecnologias se renova vertiginosamente e, portanto, carece ser revisto constantemente. Para Mishra e Koehler (2006), somente deste modo o professor do presente século estará capacitado para redimensionar suas perspectivas e mobilizar transformações na sua ação docente.

É válido destacar que, diante deste contexto, além do anseio demonstrado em aprenderem sobre distintos recursos tecnológicos, muitos cursistas deixaram transparecer sua preocupação sobre como utilizar seus conhecimentos para vislumbrar possíveis aplicações pedagógicas em sala de aula. A respeito disso, enfatiza-se que o curso em questão buscou proporcionar momentos de reflexão e discussão sobre como os três conhecimentos do TPACK se relacionam. Sumariamente, esta categoria expressa uma perspectiva integradora dos participantes no que diz respeito aos conhecimentos relevantes à prática docente. Entende-se tal fato como positivo, pois, de certa maneira, observa-se que alguns cursistas conseguem estabelecer



expectativas e mostrarem-se interessados com as relações entre os conhecimentos de conteúdo, pedagogia e tecnologia, característicos do TPACK.

Visão fragmentada

Conquanto o metatexto anterior apresente a ideia de que muitos cursistas mostraram, em seus discursos, que estabelecem relações entre pedagogia, conteúdo e tecnologia, esta categoria apresenta as expectativas de participantes que têm foco apenas no Conhecimento Tecnológico (TK), de modo isolado, o que se distancia da proposta do TPACK. Assim, estão presentes neste metatexto unidades de sentido que manifestam expectativas associadas ao aprendizado, conhecimento e atualização de conhecimento sobre as TDIC, mas de uma forma desconexa das outras esferas do TPACK.

É fato que o professor do século XXI precisa perceber que a escola não deve caminhar apartada do seu tempo, da sua época, e que a tecnologia precisa, enfim, adentrar nas salas de aula (PAULA; VIALI, 2018). Neste sentido, **E3** expressa que pretende “*aprender novas tecnologias*”, enquanto **E17** manifesta seu desejo de “*conhecer novas ferramentas*”. A ideia comum sobre o mero aprendizado do manejo das ferramentas tecnológicas sugere que o simples treino dos professores para o uso técnico das TDIC pode levá-los a entender a complexa relação existente entre pedagogia, tecnologia e conhecimento.

Oliveira, Henriques e Gutiérrez-Fallas (2018), afirmam que há uma tendência em enfatizar a tecnologia mais como ferramenta, do que a forma como pode ser empregada para o desenvolvimento de ideias relevantes. Tal ênfase tecnocrata entende a tecnologia como um campo isolado, com uma integridade independente, e que o potencial das TDIC pode ser liberado com a simples aprendizagem de habilidades básicas de computação (MISHRA; KOEHLER, 2006).

De acordo com Koehler, Mishra e Cain (2013), muitos professores iniciaram a sua carreira em uma época na qual as TDIC não estavam tão presentes no seu cotidiano. Assim, não surpreende o fato desses profissionais não se considerarem suficientemente preparados para utilizar as TDIC nas suas aulas e ainda não apreciarem o seu valor para o ensino e a aprendizagem. Nessa linha, a expectativa de **E9** se destaca quando afirma que se inscreveu no curso “*com o intuito de aprender sobre tecnologia*”. As entrelinhas deste excerto podem expressar que tal cursista

demonstra falta de clareza sobre o assunto, pois seu discurso é pouco específico, uma vez que as TDIC se mostram presentes em diversos âmbitos e de distintas formas.

Para Cibotto e Oliveira (2017), no decorrer da formação docente, em qualquer que seja a área de conhecimento, é relevante que sejam desenvolvidas atividades didáticas que privilegiem o emprego pedagógico das ferramentas tecnológicas. Sendo assim, entende-se que formações envolvendo as TDIC, na esfera educacional, merecem uma abordagem mais específica, uma vez que entram em cena várias competências interligadas. (CEJAS-LÉON; NAVÍO-GÁMEZ, 2020).

De forma antagônica, **E5** afirmou que sua expectativa em relação ao curso estava em buscar “*atualização na área de Tecnologias Educacionais*”, o que, em parte, revela a busca por aprimoramento, mas com foco isolado nas TDIC. Neste sentido, destaca-se que saber como usar um *software*, por exemplo, não implica em saber como aplicá-lo para o ensino de um conteúdo específico. Torna-se necessário, portanto, que cursos de formação docente aumentem o nível de integração das TDIC às outras esferas do TPACK (MISHRA; KOEHLER, 2006).

Esta categoria preocupou-se em refletir sobre expectativas relatadas pelos cursistas focadas apenas no Conhecimento Tecnológico (TK), de modo isolado, caracterizando, desta forma, uma fragmentação da proposta do TPACK. Embora se considere que “*os centros educativos do século XXI têm que enfrentar as novas demandas de uma sociedade cambiante e com clara vocação tecnológica*” (CEJAS-LÉON; NAVÍO-GÁMEZ, 2020, p. 152), entende-se que a tecnologia, isoladamente, não muda a educação.

A partir da observação de que alguns dos participantes concentraram suas expectativas no aprendizado sobre as TDIC, sem mencionar ou transparecer expectativas sobre o seu uso atrelado a um planejamento imbricado em uma didática que aborde conhecimentos disciplinares e pedagógicos, procurou-se intensificar, no curso, discussões sobre a importância de criar conexões entre as três esferas do TPACK. Neste cenário, os professores do curso atentaram-se à relevância de organizar estudos e atividades que enfatizassem a relevância da intersecção entre TDIC, pedagogia e conteúdo. Dessa forma, abordou-se no curso que a utilização de TDIC deve sempre vir atrelada a objetivos claros que justifiquem seu uso, para que não se caracterizem por tecnologias vazias, facilmente substituídas por outros recursos que produzam os mesmos resultados.

TDIC e contexto pandêmico

Nesta categoria estão presentes manifestações dos cursistas que relacionaram o uso das TDIC nas práticas pedagógicas com o ensino remoto, imposto em função do isolamento social provocado pela disseminação da Covid-19. Nesta percepção emergente, pôde-se observar que alguns participantes deixaram transparecer a ideia de que, antes deste contexto pandêmico, as TDIC não faziam parte das suas práticas docentes. É o caso de **E4**, que afirma que, em decorrência do ensino remoto, “*se faz necessário conhecer e dominar*” as ferramentas tecnológicas.

Destaca-se, entretanto, que discussões e teorias que valorizam a potencialidade do uso das TDIC nas interações pedagógicas precedem, em décadas, o contexto pandêmico. Seymour Papert (1928 - 2016), por exemplo, levantou questões sobre o emprego de computadores na educação já em meados da década de 1960 e o TPACK tem sua gênese no artigo *Technological Pedagogical Content Knowledge: a framework for teacher knowledge*, publicado por Punya Mishra e Matthew J. Koehler em 2006.

É surpreendente deparar-se com docentes que ainda não haviam refletido sobre o impacto do contexto digital atual no cenário educacional. Nesse sentido, destaca-se a relevância, de acordo com Meyer e Vosgerau (2020, p. 1837), de “*compreender a profissionalidade como um processo contínuo ao longo da trajetória de vida*” dos professores.

Conforme argumenta **E30**, “*hoje, se torna impossível ensinar sem conhecer e utilizar tecnologias aplicadas à educação*”. Apesar de a afirmação ir ao encontro das ideias do TPACK, é fundamental entender que esse “hoje”, mencionado por **E30**, começou há algum tempo, ou seja, não representa uma inovação do século XXI. Obviamente, o uso das TDIC “*foi intensificado no período da pandemia*” (**E30**), mas a integração entre tecnologia, pedagogia e conteúdo é relevante para o ensino e para a aprendizagem há décadas, conforme a própria literatura destaca.

De acordo Santos (2020), uma pandemia como essa exige intercâmbios drásticos e repentinos nos mais diferentes setores da sociedade, porém as alternativas implementadas podem, de repente, passar a integrar a vida dos cidadãos contemporâneos, sendo vistas como relativamente normais. Nesta perspectiva, e considerando um panorama otimista, pode-se esperar que esses docentes, que não costumavam usar recursos tecnológicos, vislumbrem a possibilidade de integrar as TDIC às suas vidas profissionais.

Nesta perspectiva, **E4** ressalta que procurou conhecer mais as TDIC, “*especialmente, por consequência da pandemia*”. Entretanto, conforme apontam Meyer e Vosgerau (2020), é relevante compreender que o desenvolvimento docente é fator estratégico para a evolução do ensino, o que leva à conclusão que deve ser uma prática cotidiana. De acordo com Oliveira, Henriques e Gutiérrez-Fallas (2018), são as experiências formativas significativas e constantes que podem ajudar os professores a ampliar e enriquecer o seu TPACK. Nesse sentido, enfatiza-se que:

[...] o ensino efetivo depende de acesso flexível a conhecimentos ricos, bem organizados e integrados, de diferentes domínios, incluindo conhecimento de como os alunos pensam e aprendem; conhecimento do conteúdo; e, cada vez mais, conhecimento tecnológico (KOEHLER; MISHRA; CAIN, 2013, p. 13).

As TDIC se constituem em um “*recurso para as aulas que estão sendo realizadas de forma híbrida*” (**E24**), mas sua importância transcende o contexto de isolamento social. As TDIC fazem parte da vida das pessoas e, conforme destacam Paula e Viali (2018), o professor do século XXI precisa perceber que a escola não caminha apartada do seu tempo, da sua época, e que as TDICs precisam adentrar nas salas de aula.

O fato de os participantes perceberem a relevância da TDIC neste momento, em especial, pode estar ancorada na ideia de que muitos deles começaram as suas atividades docentes em um momento no qual as TDIC ainda se encontravam em seu estágio inicial de implementação. Acredita-se, entretanto, que a necessidade de manter a conexão com os estudantes mediada pelas ferramentas tecnológicas possibilitou a emergência desta lacuna que, de alguma forma, ainda permanecia velada.

Considerações finais

Este artigo, de cunho qualitativo, objetivou estudar as respostas de 33 professores sobre suas expectativas de aprendizagem ao ingressarem em um curso de formação continuada voltado à incorporação das TDIC nas interações pedagógicas do século XXI. Suas respostas foram analisadas à luz do quadro teórico do TPACK, proposto por Mishra e Koehler (2006), mediante a Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2016). Sendo assim, das narrativas dos cursistas emergiram três metatextos: Percebendo interseções; Visão fragmentada; e TDIC e contexto pandêmico.

A respeito do primeiro metatexto, observou-se que muitos dos docentes demonstram que estabelecem ou buscam adequar, em suas práticas de sala de aula, relações entre os conhecimentos de conteúdo, pedagogia e tecnologia, característicos do TPACK. Dessa forma, sua expectativa frente ao curso, concentrou-se no aprimoramento da integração desses elementos na atuação docente.

Sobre o segundo metatexto, identificou-se o anseio pelo aprendizado sobre os recursos tecnológicos de maneira isolada. Tal fato mostrou que muitos docentes estão, ainda, preocupados apenas com o Conhecimento Tecnológico (TK), sem buscar a sua aplicabilidade construtiva no cotidiano escolar. Assim, considera-se essa uma visão fragmentada do uso das TDIC, que se afasta das ideias do modelo TPACK.

Por fim, o terceiro metatexto sugere que, frente à situação vivenciada pela pandemia da Covid-19, a busca por aprimoramento de conhecimentos sobre como usar as TDIC em aula e integrar a pedagogia, o conteúdo e a tecnologia tiveram crescimento expressivo. Assim, o isolamento social e as aulas na modalidade remota despertaram, em muitos docentes, a aspiração por novos saberes relacionados à aplicabilidade de recursos tecnológicos nas práticas educativas. Desta forma, a expectativa do curso oferecido evidenciou-se à medida que novas demandas foram sendo exigidas do professor diante deste contexto pandêmico.

Nesta perspectiva, constata-se a urgência pela oferta de cursos de formação continuada que visem o aperfeiçoamento docente, sobretudo relacionados ao uso de recursos tecnológicos vinculados a pedagogias adequadas para o desenvolvimento de cada conteúdo previsto na matriz curricular. Tal como constataram os estudos de Lara e Leivas (2019), cursos que exijam do docente maior reflexão didática e que contemplem a importância de considerar o conhecimento do conteúdo, em conjunto com questões pedagógicas e tecnológicas, podem impactar positivamente na aprendizagem desse profissional.

O aprimoramento profissional enriquece não somente o refinamento intelectual, mas também o aprendizado de demandas que correspondam a expectativas da educação atual, potencializadas pela pandemia do que diz respeito ao uso das TDIC. Almeja-se, portanto, que este trabalho desperte a reflexão acerca da relevância da divulgação e do desenvolvimento do TPACK junto a futuros e atuais docentes e, ainda, fomenta novas investigações na área.

Digital ICT use in pedagogical interactions: learning expectations in a teacher training course

Abstract

This research aims to build an answer to the following question: *what are the learning's expectations of those who engage in a teacher training course directed to bring digital ICT to pedagogical interactions of the 21st century?* This is a qualitative research, named as a case study, carried out with 33 teachers who subscribed to a teacher training course, free of charge, and developed in an asynchronous way. This course was offered by a public learning institution located in the Rio Grande do Sul State and had the goal of working pedagogical possibilities brought by some technological tools in the light of Technological Pedagogical Content Knowledge theory. Using an online survey, teachers committed to the course answered six questions that aimed to characterize the group and one question in which they were asked to express their expectations regarding the course. The last question answers were the analysis *corpus* to perform Discursive Textual Analysis. From this analysis emerged three categories: i) Noticing interceptions; ii) Fragmented view; and iii) Digital ICT and pandemic context. The results point out that, although some subjects had shown concern only about technological knowledge, many of the teachers engage with the course shown concern about integration between pedagogy, technology and subject matter. A few still said that search for knowledge about technology in an educational context was catalyzed because of the COVID-19 pandemic context. The researches understand a need of more teacher training courses with focus on technologies resources interactions with pedagogical knowledge and content knowledge.

Keywords: Teacher Training. TPACK. Digital ICT.

Referências

- BUENO, R. W. S.; BALLEJO, C. C.; VIALI, L. Entrando na Zona de Risco: utilizando as TDIC para ensino e aprendizagem de conceitos de estatística descritiva. **Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática**, v. 5, n. 1, 2020.
- CEJAS-LÉON, R.; NAVÍO-GÁMEZ, A. Sobre la Formación Tecnopedagógica del Profesorado. La Visión de los Expertos y Formadores. **Revista Iberoamericana de Educación Superior**, n. 31, v. XI, p. 150-164, 2020. <https://doi.org/10.22201/issue.20072872e.2020.31.711>
- CIBOTTO, R. A. G.; OLIVEIRA, R. M. M. A. TPACK–Conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo: uma revisão teórica. **Imagens da Educação**, v. 7, n. 2, p. 11-23, 2017. <https://doi.org/10.4025/imagenseduc.v7i2.34615>
- CHIEFFI, M. V.; REGINATO, M. J. Formação Continuada, para quê? **Cadernos Cenpec**, v. 4, n. 2, 2014. <http://dx.doi.org/10.18676/cadernoscenpec.v4i2.295>
- DEWEY, J. **Como Pensamos: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo**. São Paulo: Editora Nacional, 1979.
- GLIAZZI, M. C.; LIMA, V. M. R.; RAMOS, M. G. A Fusão de Horizontes na Análise Textual Discursiva. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 8, n. 19, 2020. <https://doi.org/10.33361/RPQ.2020.v.8.n.19.371>



GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

HARRIS, J., MISHRA, P.; KOEHLER, M. Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed. **Journal of Research on Technology in Education**, v. 41, n. 4, p. 393-416, 2009.

KOEHLER, M. J.; MISHRA, P. Introducing Technological Pedagogical Knowledge. In *AACTE (Eds.). The handbook of technological pedagogical content knowledge for educators*. New York, NY: MacMillan, 2008. p. 3-30.

KOEHLER, M. J.; MISHRA, P.; CAIN, W. What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? **Journal of Education**, v. 193, n. 3, 2013.

LARA, D. S.; LEIVAS, J. C. P. Conhecimento pedagógico do conteúdo no ensino de Geometria Elementar: conceito de medida. **RBECM**, Passo Fundo, v. 2, n. 1, p. 119-137, jan./jul. 2019. <https://doi.org/10.5335/rbecm.v2i1.9345>

MEYER, P.; VOSGERAU, D. S. R. Compartilhamento de Experiências Online em Prol do Desenvolvimento Profissional da Docência de Professores Universitários. **Revista e-Curriculum**. São Paulo, v. 18, n. 4, 2020. <https://doi.org/10.23925/1809-3876.2020v18i4p1835-1856>

MAZON, M. J. S. 2012. 124 f. **TPACK (Conhecimento Pedagógico de Conteúdo Tecnológico): relação com as diferentes gerações de professores de Matemática**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, SP, Brasil, 2012.

MISHRA, M.; KOEHLER, M. J.; HENRIKSEN, D. The Seven Trans-Disciplinary Habits of Mind: extending the TPACK framework towards 21st century learning. **Educational Technology**, 2011.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge: a framework for teacher knowledge. In: **Teachers College Records**. v. 108, n. 6 Columbia: Teachers College, 2006.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. 3 ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.

OLIVEIRA, H.; HENRIQUES, A.; GUTIÉRREZ-FALLAS, L. F. A Integração da Tecnologia na Planificação de Aulas na Perspectiva do Ensino Exploratório: um estudo com futuros professores de Matemática. **Perspectiva**, v. 36, n. 2, Florianópolis, 2018. <https://doi.org/10.5007/2175-795X.2018v36n2p421>

PAULA, M. C.; VIALI, L. Formação de Professores de Matemática do Século XXI. In: VIALI, L.; LAHM, R.; PAULA, M. C. **Tecnologias na Educação em Ciências e Matemática II**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2018.

SANTOS, B. S. **A Cruel Pedagogia do Vírus**. Edições Almeida: Coimbra, 2020.

SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Research**, v. 12, n. 2, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, L. S. Knowledge and Teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SOUSA, R. S.; GALIAZZI, M. C. O Jogo da Compreensão na Análise Textual Discursiva em Pesquisas na Educação em Ciências: revisitando quebra-cabeças e mosaicos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 3, 2018. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180030016>

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

Inserção da Natureza da Ciência no Ensino de Ciências: uma revisão (2015-2020)

Natália de Paiva Diniz*, Alice Assis**

Resumo

Este trabalho apresenta uma pesquisa bibliográfica do tipo estado da arte sobre a Natureza da Ciência em situações didáticas, em trabalhos da área de Ensino de Ciências, com o objetivo de verificar como a temática vem sendo implementada no contexto da Educação Básica e da formação de professores, no sentido de identificar as contribuições dessas ações e as lacunas existentes. Foram utilizadas como fonte de busca das pesquisas a biblioteca eletrônica *Scientific Electronic Library Online* e o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, no período de 2015 a 2020. As propostas didáticas descritas nas pesquisas foram analisadas no sentido de identificar: o contexto de aplicação; as estratégias criadas e/ou implementadas para a abordagem da Natureza da Ciência; os materiais usados; e o processo avaliativo descrito. Por meio da Análise de Conteúdo, foi possível verificar que há uma diversidade de materiais e estratégias que podem ser utilizados na discussão do tema, porém o uso da História da Ciência é predominante nas propostas. Discussões sobre o processo avaliativo e ações na formação continuada de professores para auxiliar na inserção de aspectos da Natureza da Ciência em sala de aula demandam atenção das pesquisas.

Palavras-chave: Propostas didáticas. Estado da arte. Natureza da Ciência.

* Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Universidade Estadual Paulista – UNESP – Faculdade de Ciências de Bauru. Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Federal de Itajubá. E-mail: nataliapdiniz@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6870-2637>

** Professora Assistente Doutora do Departamento de Física – UNESP – Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá. E-mail: alice.assis@unesp.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0933-1001>

<https://10.5335/rbecm.v5i2.12667>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em: 14/06/2021; Aceito em: 22/09/2022

ISSN: 2595-7376



Introdução

É inegável que a Ciência e a Tecnologia possuem papéis importantes em diversos aspectos da vida moderna: seja na tomada de decisões dos cidadãos, nas implicações que seus produtos causam na sociedade, ou nas ideias influenciadas por sua filosofia. No entanto, mesmo que conscientes da sua importância, poucas pessoas possuem uma compreensão básica sobre a forma como ela é desenvolvida. Por isso, as discussões sobre a Natureza da Ciência (NdC) se tornaram alvo dos pesquisadores desde 1950, quando o termo aparece pela primeira vez nas pesquisas, aumentando exponencialmente as investigações na área desde então (LEDERMAN, 2018).

A visão estereotipada das Ciências da Natureza está inserida na sociedade contemporânea fazendo com que as pessoas percebam o conhecimento científico como algo imutável, reservado a uma pequena parcela da população portadora de mentes privilegiadas. O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, realizaram em 2019 a quinta edição da pesquisa sobre “Percepção Pública da Ciência e Tecnologia no Brasil”¹, com o objetivo levantar informações sobre o interesse, o grau de informação, as atitudes e as visões que os brasileiros têm em relação à Ciência e à Tecnologia (C&T). Foram realizadas cerca de 2.200 entrevistas em todo o país, revelando que 38% dos entrevistados indicaram não possuir interesse sobre C&T. O estudo também mostrou que 73% dos brasileiros entrevistados acreditam que a C&T traz mais benefícios do que malefícios para a humanidade, sendo que, desses, 31% têm uma percepção ingênua de que a Ciência apresenta apenas benefícios para a sociedade.

Análises referentes às concepções sobre a Ciência, a Tecnologia e o trabalho do cientista também tem sido uma preocupação dos pesquisadores da área de Ensino de Ciências. Ao investigar a percepção de estudantes da educação básica sobre quem é e o que faz o cientista, diversos trabalhos retratam a visão estereotipada do cientista maluco, de jaleco branco em um laboratório com seus vidrinhos coloridos (DINIZ; OLIVEIRA, 2014; MACHADO; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2017; SERNA-ROSELL; VÍLCHEZ-GONZÁLEZ, 2018).

Em um extenso mapeamento de pesquisas na área, Diniz e Rezende Junior (2019) verificaram que não são apenas os estudantes quem percebem a Ciência de forma mitificada, os professores também fazem parte desse grupo. Dentre as principais ideias sobre a NdC nessa pesquisa estão: o conhecimento neutro e aca-

bado, construído segundo as regras de um método rígido, que cresce linearmente acumulando os acontecimentos bem-sucedidos. A ideia de que a Ciência solucionará os problemas da humanidade, baseada em uma percepção utilitarista, também está presente nas percepções dos sujeitos investigados nessas pesquisas. Segundo tais autores, os principais influenciadores dessas ideias são a mídia de forma geral e os professores, por meio de sua prática, de sua própria percepção sobre a NdC e de um currículo que prioriza conceitos prontos e isolados, sem qualquer reflexão sobre os processos de produção envolvidos na atividade científica.

McComas et al. (1998) apontam que a falta de entendimento sobre a NdC é potencialmente prejudicial para a sociedade, principalmente naquelas em que os cidadãos têm voz nas decisões de financiamento, por exemplo. Tomar decisões baseadas em evidências científicas, avaliar questões políticas, ter alguma atitude frente a um determinado problema, são apenas alguns exemplos que conhecimentos sobre a Ciência podem influenciar, evitando (ou amenizando) a tomada de decisões precipitadas ou sem fundamentos.

Os documentos oficiais que legislam a estrutura do currículo brasileiro apresentam que aspectos relacionados à NdC – como: a aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos; o domínio de linguagens específicas; a análise fenômenos e processos por meio de modelos e previsões; a contextualização social, cultural, ambiental e histórica do conhecimento; a capacidade de reflexão, argumentação, resolução de problemas pessoais, coletivos, locais e globais (BRASIL, 2018) – são essenciais para a formação integral do estudante do Ensino Médio (EM), corroborando com o que as pesquisas na área de Ensino de Ciências vêm apontando há algum tempo (GARCÍA-CARMONA et al., 2012; VÁZQUEZ-ALONSO et al., 2007).

Nesse cenário, conhecer como as pesquisas vem realizando a implementação de aspectos da NdC em situações didáticas, seja na formação de professores capacitados ou na educação básica, possibilita a identificação das contribuições dessas ações e das lacunas referente às pesquisas na área. Para isso, apresentamos neste artigo um levantamento de trabalhos desenvolvidos pela comunidade da área de Ensino de Ciências que buscaram criar e/ou implementar propostas didáticas de forma a abordar aspectos da NdC no contexto da Educação Básica e da formação de professores, a fim de conhecer quais as estratégias, os materiais e os processos de avaliação utilizados, bem como suas contribuições para o Ensino de Ciências.



A natureza da ciência em sala de aula

O termo “Natureza da Ciência” é popular entre pesquisadores da área de Ensino de Ciências. Embora seja pouco disseminado no meio escolar, acaba sendo mais conhecido por seus sinônimos: construção do conhecimento científico, ideias sobre Ciência, Epistemologia da Ciência, entre outros. Encontrar um único termo que defina esse conceito complexo é extremamente ingênuo. Por isso, encontramos na literatura da área uma série de definições para NdC.

Lederman (2007), um dos principais autores nesse campo de estudo, indica que a *“NdC normalmente se refere à Epistemologia da Ciência, à Ciência como uma maneira de conhecer, ou aos valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento”* (p. 833). Essa definição já havia sido apresentada pelo autor em 1992 e retrata de forma muito geral tal conceito.

McComas et al. (1998) apresentam a NdC como uma *“arena híbrida fértil”* (p. 4), pois combina elementos da História, Sociologia e Filosofia da Ciência e da Ciência Cognitiva, como a psicologia, para descrever o funcionamento da Ciência, o trabalho dos cientistas e a forma como a própria sociedade dirige e reage às atividades científicas.

Para Moura (2014), a NdC *“envolve um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da Ciência”* (p.33). Compreendê-la *“significa saber do que ela é feita, como elaborá-la, o que e por que ela influencia e é influenciada”* (MOURA, 2014, p. 33). O autor destaca que a NdC abrange tanto questões internas da Ciência, como as relativas aos métodos de produção do conhecimento científico, quanto externas, como a influência de elementos sociais, históricos, culturais, religiosos e políticos.

Acevedo-Díaz et al. (2007) apresentam a NdC como um *“metaconhecimento sobre a Ciência que decorre das reflexões interdisciplinares feitas a partir da Filosofia, História e Sociologia da Ciência, por especialistas dessas disciplinas e, também, por alguns ilustres cientistas”* (p. 43-44). Dessa forma, o autor indica que a NdC reflete não apenas os métodos de validação do conhecimento científico, mas a própria natureza da comunidade científica, os valores envolvidos na Ciência, a sua relação com a Tecnologia e com a sociedade, bem como a própria relação da sociedade com o sistema tecnocientífico.

Mesmo não existindo consenso sobre todos os aspectos da NdC – nem entre epistemólogos, filósofos, professores e pesquisadores da área – existem trabalhos bem conceituados na literatura que apresentam recomendações sobre o que deve ser evitado e o que deve ser incentivado no Ensino de Ciências: Forato et al. (2011), por exemplo, enfatizam que a compreensão da Ciência como uma atividade humana, desenvolvida em um contexto sociocultural e contextualizada com informações que vão além dos conteúdos disciplinares, são importantes para a formação de professores e alunos, possibilitando um conhecimento metodológico que pode servir como *“antídoto à interpretação empírico-indutivista da Ciência”* (p. 32-33); Barbosa e Aires (2018) defendem a necessidade de compreender a Ciência como um empreendimento social além de um empreendimento científico, em que o cientista, enquanto ser humano, está sujeito a *“erros, usa a criatividade e a imaginação na formulação de hipóteses e é também influenciado por outros cientistas, outras ideias, já que não vive num mundo à parte.”* (p. 118).

Considerar que a NdC pode ser compreendida como um metac conhecimento – ou seja, reflexões sobre a construção do conhecimento científico, por meio da contribuição de várias áreas do conhecimento, de forma a criar novos conceitos e renovar a compreensão que temos sobre a Ciência – abre um leque de possibilidades para abordar questões variadas em sala de aula, como: os métodos de validação desse conhecimento, os valores envolvidos nas atividades da Ciência, as relações com a sociedade e com a Tecnologia, as considerações sobre a comunidade científica, entre outros fatores que vão além do conteúdo pronto e acabado.

Dessa forma, a inserção de discussões sobre a NdC no Ensino de Ciências é necessária para que estudantes e professores reflitam sobre o processo de construção do conhecimento; consumam de forma mais consciente as informações científicas; reflitam sobre problemas e acontecimentos cotidianos que envolvam a Ciência e a Tecnologia; participem de discussões sócio-científicas de forma a tomar decisões mais informadas; tenham contato com uma Ciência mais contextualizada; e, conseqüentemente, possam adquirir uma percepção ampla e humanizada da Ciência e do cientista.

Metodologia

Esta pesquisa é do tipo estado da arte, pois realizamos o mapeamento e discussões de produções acadêmicas de uma determinada temática – neste caso a



abordagem da NdC em propostas didáticas – por um determinado período de tempo (ROMANOWSKI; ENS, 2006). Com isso, buscamos examinar aquilo que já foi elaborado nessas pesquisas e apontar os enfoques dados pelos pesquisadores, as abordagens mais utilizadas, bem como as lacunas ainda existentes, a fim de traçar um panorama variado do que vem sendo produzido.

Fizemos o levantamento das produções em duas fontes de buscas, considerando as publicações no período de 2015 a 2020:

- a) Banco de Teses e Dissertações (TD) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)², em que foram selecionadas dissertações de mestrado e teses de doutorado da área de Ensino de Ciências sobre a temática;
- b) Biblioteca eletrônica SciELO (*Scientific Electronic Library Online*)³, que abrange uma coleção selecionada de periódicos científicos nacionais e internacionais, possibilitando uma busca mais direta de artigos publicados em variadas revistas, em que foram selecionados artigos completos sobre a temática.

Selecionamos as produções acadêmicas nas bases de dados por meio do descritor “natureza da ciência”; no caso dos artigos pesquisados na SciELO também foi utilizado o descritor “*nature of science*”. Em seguida, realizamos a leitura do título, resumo e palavras-chaves dos trabalhos para verificar se eram compatíveis com o escopo da pesquisa. Na sequência, averiguamos que tipo de pesquisa o trabalho apresentava – trabalho teórico, levantamento de concepções, análise/criação de material didático, propostas didáticas – a fim de selecionarmos apenas aquelas que elaboraram e/ou a implementaram propostas didáticas como foco na abordagem de aspectos da NdC.

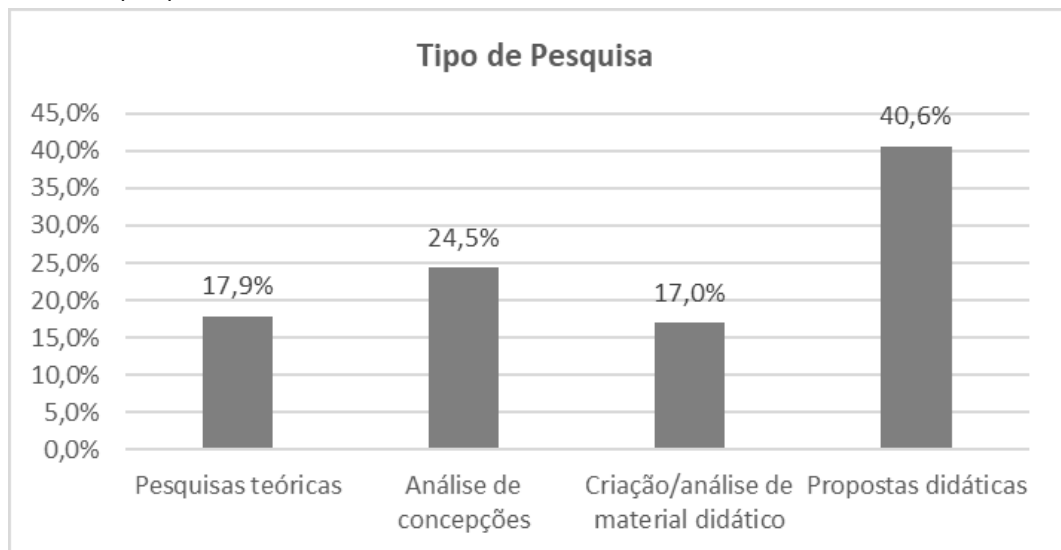
Para delimitar o *corpus* analítico, foi necessário realizarmos um recorte dos artigos e das TD. Para tanto, selecionamos apenas pesquisas que apresentavam como objetivo inicial a investigação, a análise ou a discussão sobre a NdC. Trabalhos que possuíam outros objetivos de pesquisa e não citavam de forma clara o interesse nos aspectos relacionados à NdC foram desconsiderados, mesmo que explicitassem suas contribuições nos resultados. Editoriais de revistas e TD que não possuíam divulgação autorizada também não foram incorporados na análise.

Após a seleção do *corpus* analítico, analisamos as propostas didáticas descritas nos trabalhos, utilizando a técnica da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2008), no sentido de verificar: o contexto para o qual foram pensadas ou implementadas, os tipos de estratégias e de materiais utilizados e os processos de avaliação. Para isso, quando as informações não constavam de maneira clara nos resumos, realizamos a leitura flutuante do artigo ou de partes dos capítulos das TD com base nos dados presentes no sumário para identificar os detalhes das propostas. Em geral, essas informações foram encontradas nas seções que abordam a descrição do percurso metodológico, nos resultados e, em alguns casos, nos anexos e apêndices das TD.

Resultados

No recorte realizado, identificamos 224 trabalhos que se debruçaram nos estudos sobre a NdC no período considerado. Desses, 93 (21 artigos e 72 TD) realizaram o planejamento ou a implementação de propostas didáticas que abordavam aspectos da NdC, sendo selecionados como *corpus* analítico, totalizando 40,6% do foco das pesquisas sobre a temática, conforme destacamos na Figura 1⁴.

Figura 1: Relação do total de trabalhos identificados no levantamento bibliográfico pelo tipo de pesquisa realizada



Fonte: os autores.

É possível verificar que pesquisas que buscam aplicar propostas didáticas foram as mais realizadas nos últimos seis anos, demonstrando que discutir esses conceitos, seja na formação inicial ou continuada de professores e na Educação Básica, é essencial para a formação dos sujeitos envolvidos.

Mesmo que o foco deste artigo seja conhecer as propostas didáticas que visam a discussão da NdC, apresentamos um panorama geral do tipo de pesquisa que vem sendo realizada sobre a temática, como forma de contextualizar a área de pesquisa. Reforçamos que um mesmo trabalho pode ter sido agrupado em mais de uma categoria por trazer diferentes investigações em seu contexto. Por exemplo, um mesmo trabalho que faz implementação de uma proposta didática pode ter investigado as concepções iniciais dos alunos sobre a NdC e/ou ter analisado um material didático para utilizar durante a proposta.

Consideramos trabalhos teóricos aqueles que realizaram levantamentos do tipo estado da arte, análise de currículo e ensaios teóricos sobre episódios históricos, sobre a epistemologia da Ciência e/ou sobre a NdC. Esse tipo de pesquisa é uma forma de conhecer mais sobre a área de pesquisa, dando subsídios para outros tipos de investigações ou dando suporte para novos materiais que podem ser utilizados pelo professor em sala de aula, como é o caso de Berçot (2018) que realiza uma pesquisa histórica sobre a identificação e o reconhecimento de novos modos de reprodução animal na primeira metade do século XVIII, e se utiliza dos conhecimentos adquiridos para elaborar e aplicar uma sequência didática baseada em episódios históricos associados a práticas de ensino por investigação, contribuindo com novas propostas para a discussão da NdC em sala de aula.

Embora existam inúmeros recursos didáticos de apoio ao professor, o principal adotado na organização e seleção de conteúdo das aulas é o livro didático (SOUZA, 2016; SANTOS, 2017). Porém, o livro didático nem sempre traz conteúdos direcionados a uma abordagem de aspectos sociais, históricos e filosóficos da ciência e, quando o fazem, continuam apresentando-os de forma descontextualizada de forma a contribuir para visões ingênuas em relação ao conhecimento científico (BIGHETTI, 2019; MORAES, 2016). Dessa forma, pesquisadores têm se empenhado em criar ou estudar materiais que tratem contextos mais variados sobre a Ciência e que possam ser utilizados para abordar aspectos da NdC em sala de aula. Textos originais de cientistas, textos de divulgação científica (TDC), ilustrações, documentários,

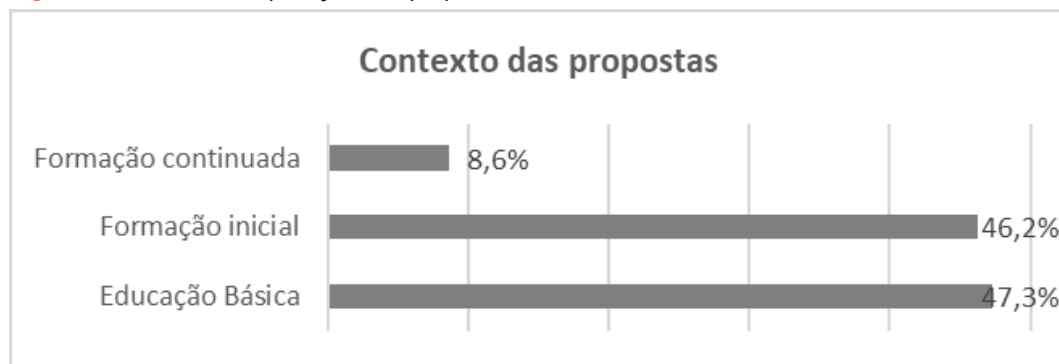
filmes, etc., são materiais já existentes que vêm demonstrando – dentro de suas limitações – potencial para apresentar visões mais contextualizadas da Ciência (SOUZA, 2020). Além disso, pesquisas teóricas com análise de episódios históricos, por exemplo, têm gerado materiais didáticos, como textos e estudos de caso, que podem ser utilizados em sala de aula, como Oliveira (2019), que criou narrativas históricas com debates sobre a natureza da luz na primeira metade do século XIX. As pesquisas que reportam a criação ou análise de materiais didáticos também realizam o uso desses materiais em propostas didáticas, seja na formação de professores ou na educação básica, como Monerat (2017), que analisou TDC sobre Biologia Celular utilizando-os como material na implementação de uma sequência didática com alunos concluintes de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas para discutir questões relacionadas à NdC.

As pesquisas que investigam as concepções de professores e estudantes vêm identificando nos sujeitos uma imagem ingênua da Ciência, em que prevalece a visão empírico-indutivista, a-histórica e descontextualizada da NdC (DINIZ; REZENDE JUNIOR, 2019). No levantamento realizado neste trabalho, verificamos que 32% das pesquisas que fizeram esse tipo de investigação elaboraram intervenções didáticas de forma a promover uma compreensão mais ampla sobre a Ciência, como o caso de Hipólito (2016), que investigou como a História da Ciência (HC) aliada à dramaturgia poderia contribuir para a percepção de estudantes do 2º ano do Ensino Médio sobre a NdC, no contexto de uma disciplina de Química.

a) Contexto das propostas didáticas:

O número de trabalhos que apresentam propostas didáticas planejadas e/ou aplicadas para discutir aspectos da NdC indicam que os pesquisadores vêm se preocupando em promover situações que possibilitem discussões sobre a NdC no Ensino de Ciências, de forma a aproximar a visão desses sujeitos a uma imagem mais contextualizada e ampla da Ciência. Ao verificar o contexto das propostas criadas ou implementadas que foram descritas nos 93 trabalhos analisados, percebemos que elas atingem principalmente estudantes da Educação Básica e futuros professores, porém, são poucas as ações realizadas com professores já atuantes, como pode ser verificado na Figura 2.

Figura 2: Contexto de aplicação das propostas didáticas.



Fonte: os autores.

Proporcionar situações de ensino e de aprendizagem em que os estudantes tenham a possibilidade de discutir aspectos da NdC é importante para que possam ter contato com uma imagem mais contextualizada da Ciência e do cientista. Ortega-Quevedo e Cristina Gil (2019), por exemplo, identificaram que após a aplicação de uma sequência de ensino e de aprendizagem na Educação Básica, envolvendo o conceito de calor e a discussão explícita e reflexiva sobre a NdC, possibilitou o desenvolvimento do pensamento crítico e a melhora nas concepções sobre a NdC dos estudantes. No contexto da formação inicial de professores, Cortez e Kiouranis (2019) apontam que discussões com base na HC contribuiu de maneira significativa para uma compreensão mais contextualizada sobre a Ciência pelo licenciandos, citando como exemplo questões relativas ao caráter subjetivo da Ciência, à proposição de modelos e à criatividade e imaginação do cientista no processo de construção do conhecimento.

Chrispino et al. (2017) afirmam que os professores atuantes ainda apresentam uma imagem ingênua sobre a Ciência. Segundo Gil-Pérez et al. (2001), isso acontece porque em sua formação, inicial ou continuada, não foram introduzidos aos fundamentos da Epistemologia da Ciência ou aos estudos sobre a NdC. Por isso, é fundamental que tenham uma formação que possibilite uma visão ampla e contextualizada da NdC e das formas de inseri-la em sala de aula, para que os estudantes tenham oportunidade de se aproximar da dinâmica da produção do conhecimento científico.

Os trabalhos analisados demonstram que há uma preocupação em promover momentos de formação para que os professores reflitam sobre a NdC, a fim de que adquiram uma percepção menos ingênua sobre ela, e compreendam a importância de discuti-la e implementá-la em suas aulas. Porém, essas ações acontecem majoritariamente no contexto da formação inicial de professores, indicando que pesquisas que promovem ações com aqueles que atuam na linha de frente da sala de aula ainda carecem de espaço.

Quando se fala sobre a inserção de aspectos da NdC em sala de aula, pode haver dois contextos de abordagem: integrada ao conteúdo curricular tradicional ou inserida como novo conteúdo do currículo, com seus próprios objetivos, conteúdos, atividades e critérios de avaliação (GARCÍA-CARMONA et al., 2012). Ao comparar a eficácia de ambos os métodos, integração ou inserção, com estudantes do ensino médio, Khishfe e Lederman (2006) observaram que as percepções sobre a NdC dos alunos investigados se aproximaram das consideradas mais adequadas independentemente do método utilizado. Segundo García-Carmona et al. (2012), isso sugere que a compreensão da NdC pode ser aprimorada introduzindo explicitamente seu conteúdo nos currículos escolares de Ciências, não sendo necessário optar pela criação de um momento específico para abordá-la ou integrá-la ao currículo que já é utilizado pelo professor. Ela pode aparecer inclusive em ambos os formatos, podendo variar de acordo com os objetivos do professor, as necessidades dos alunos ou com momentos oportunos que podem surgir durante as situações de aprendizagem.

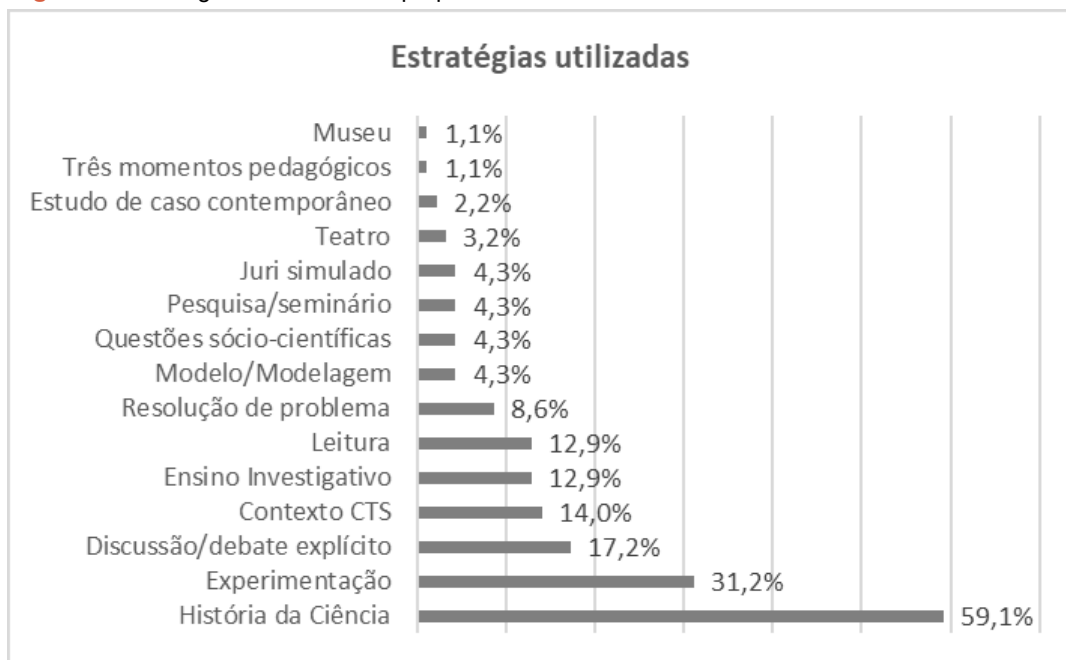
No levantamento realizado, verificamos que as abordagens integradas ao contexto do currículo escolar habitual de Ciências ainda são escassas. Em geral, as abordagens são realizadas em momentos específicos dentro de uma determinada disciplina ou, nos casos em que foram aplicadas na formação inicial de professores, em disciplinas que tratam especificamente de assuntos relacionados à HC. Como estamos falando de ações realizadas no contexto de uma investigação científica, possivelmente a inserção de momentos específicos em que serão discutidos aspectos da NdC facilitam a coleta de dados da pesquisa. Porém, se esses momentos não forem constantes na Educação Básica, por exemplo, podem fragmentar e dificultar a relação entre os conteúdos científicos curriculares, suas formas de produção e sua relação com a sociedade.



b) Estratégias descritas nas propostas didáticas:

Ao verificar as estratégias utilizadas para discutir a NdC nas propostas didáticas presentes nas pesquisas, observamos que a mais utilizada está relacionada ao uso da HC, por meio de estudos de caso e controvérsias históricas, conforme evidenciado na Figura 3.

Figura 3: Estratégias utilizadas nas propostas didáticas.



Fonte: os autores.

Segundo Hodson (2008), ao utilizar casos históricos para abordar a NdC é possível: unir contexto histórico, social e filosófico; ter contato com procedimentos de investigação utilizados em diferentes contextos; exemplificar o desenvolvimento de teorias; melhorar a compreensão da ciência; desenvolver o raciocínio e as habilidades metacognitivas; aumentar a conscientização sobre os relacionamentos entre Ciência, Tecnologia e sociedade (CTS); ilustrar a natureza universal e multicultural da Ciência, bem como contribuir para a integração e coerência do currículo de ciências. Apesar de ser um dos contextos mais utilizados, García-Carmona et al.

(2012) apontam riscos e dificuldades relacionadas à abordagem histórica, uma vez que ela pode sofrer distorções ou simplificações, tendendo a “*estereótipos extremos (mitos de heróis e vilões) ou internalismo excessivo (Ciência descontextualizada) ou externalismo (historicismo científico), etc.*” (p. 26). Nascimento et al. (2013) reforçam que, como a HC é um dos poucos espaços (ou o mais usado) para a desmitificação da Ciência e por não fazer parte de discussões no cotidiano da população, ela se limita a discussões em tópicos específicos nas disciplinas, em momentos isolados de reflexão, com foco na ciência do passado e pouca contribuição para uma visão contemporânea das relações CTS.

Outra estratégia que se destaca dentre as utilizadas na inserção de aspectos da NdC em sala de aula é a experimentação, no sentido de possibilitar que os estudantes tenham contato com os processos científicos. Esses processos fazem parte do currículo de Ciências da escola, porém, praticar procedimentos experimentais não são suficientes para aproximar os estudantes de aspectos da NdC, como indicado por García-Carmona et al. (2012):

[...] observar é um processo científico, mas a conscientização sobre o ônus teórico da observação ou a limitação imposta pelos dispositivos de medição é a NdC. As diferentes atividades que levam a responder a uma pergunta são procedimentos relevantes para uma investigação, mas o entendimento da natureza mutável das descobertas de uma investigação está dentro do escopo do NdC. (GACÍA-CARMONA et al., 2012, p. 27).

Portanto, é necessária a intencionalidade no sentido de refletir explicitamente aspectos da NdC, quando isso não acontece, percepções ingênuas e limitadas da atividade científica podem ser reforçadas nos estudantes. Embora a abordagem implícita ainda seja usada, a abordagem explícita vem dominando as pesquisas em que se busca trabalhar aspectos da NdC no ensino, sendo indicada pelos pesquisadores como condição essencial para sua eficácia em sala de aula (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000; ACEVEDO, 2009; HODSON, 2008; DENG et al. 2011).

Ao abordar explicitamente a NdC, é importante esclarecer que não se trata de enumerar uma lista de características a ser exposta pelo professor durante uma aula ou atividade. O ensino explícito sobre a NdC deve oportunizar momentos de reflexão entre os estudantes, mediados por meio de questões cuidadosamente elaboradas pelo professor, permitindo o debate de ideias. Para isso é essencial que os alunos sejam protagonistas nesse processo e que o professor aja como um mediador, de forma a planejar e orientar atividades cognitivas de reflexão sobre NdC

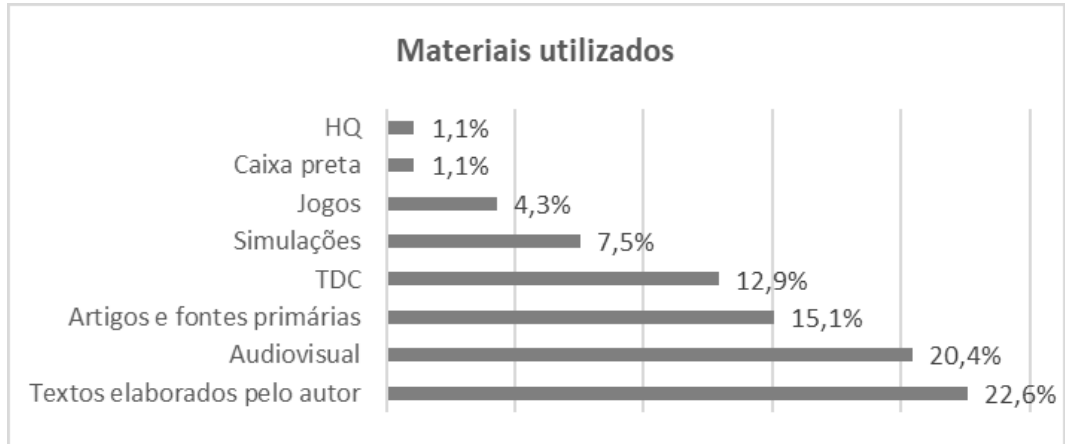
que permitam, por exemplo, análise, argumentação, discussão, debate, conclusão, exploração, etc. (VÁZQUEZ-ALONSO et al., 2014). Dessa forma, o tratamento intencional e claro dos aspectos específicos da NdC implica em planejar todos os seus elementos curriculares (objetivos, conteúdos, atividades, metodologia, avaliação), para que estejam alinhados com a proposta.

Embora a HC e a experimentação sejam as estratégias mais usadas no sentido de inserir a discussão de aspectos da NdC em propostas didáticas, segundo o levantamento realizado, outras estratégias podem ser utilizadas para que os estudantes tenham contato com a natureza complexa e multifacetada da Ciência. Acevedo-Díaz et al. (2017) alegam ser necessário o uso combinado de outros contextos educacionais que possibilitem uma percepção mais ampla e eficaz da NdC, e isso já vem acontecendo, pois o levantamento dos trabalhos mostra associações de casos históricos com atividades investigativas, sejam elas teóricas, empíricas ou experimentais; ou entre estratégias de leitura, debates e júri simulado, por exemplo.

Apesar de em menor número, a Figura 3 indica outras estratégias que têm sido utilizadas no sentido de trabalhar aspectos da NdC no Ensino de Ciências, como: o uso de casos contemporâneos, a reflexão de questões sócio-científicas, a resolução de situações problemas, a discussão dos modelos na Ciência por meio da modelagem/modelização, a abordagem CTS, o uso do teatro científico, etc. Independente da abordagem utilizada, é importante que elas sejam variadas e realizadas no sentido oportunizar momentos de reflexão entre professores e estudantes.

c) Materiais usados nas propostas didáticas:

O uso de materiais variados e que possibilitem uma visão ampla da Ciência é essencial para dar suporte às estratégias utilizadas nas práticas pedagógicas. A figura 4 apresenta os materiais utilizados nas propostas relatadas nos trabalhos selecionados.

Figura 4: Materiais utilizadas nas propostas didáticas.

Fonte: os autores.

É possível verificar que os materiais foram os mais variados, sendo eles: recursos audiovisuais (documentários, filmes, curtas de animação, etc.); artigos científicos e fontes primárias (textos originais dos cientistas ou dos filósofos da ciência); TDC (artigos de revistas, notícias/textos jornalísticos, livros de divulgação científica/ficção científica); textos diversos, produzidos pelos próprios pesquisadores por meio dos levantamentos bibliográficos/históricos realizados; jogos e simulações; história em quadrinhos e a caixa preta.

A maior parte das pesquisas que realizaram a criação ou implementação de uma proposta didática utilizou materiais elaborados pelos próprios autores, como: Pereira (2020), que elaborou um texto que narra o episódio histórico da descoberta da dupla hélice do DNA, de forma a abordar a participação de Rosalind Franklin e discutir questões controversas na HC; Martins (2020) elaborou textos com base aspectos históricos para discutir questões sobre reprodução animal; e Callegario (2017) que, por meio de um estudo histórico, elaborou um texto para aplicar em uma sequência didática que apresenta o episódio histórico da potassa, fundamental para a economia da Europa no século XVIII. Entretanto, a elaboração desses materiais leva tempo e necessita de um aprofundamento teórico sobre o tema que se deseja abordar, um tempo que o professor que está na sala de aula não tem disponível. Utilizar materiais já existentes ou, até mesmo, as criações disponibilizadas em teses e dissertações ou em artigos científicos, pode ser uma alternativa interessante.

Ortega e Moura (2019) elaboraram uma proposta baseada na leitura contextualizada de fontes primárias para trabalhar fenômenos da reflexão e da refração da luz a partir de uma abordagem histórica da Ciência. Segundo os autores, a construção da proposta requerer “[...] *um estudo detalhado das obras dos cientistas escolhidos – Descartes, Huygens e Newton –, bem como do contexto em que foram produzidas.*” (p. 06). Porém, a inserção didática de fontes históricas primárias é cercada de desafios, como a localização de materiais adequados, a compreensão dos originais devido à linguagem utilizada e a elaboração de atividades pedagógicas interessantes (BATISTA et al., 2015). As dificuldades costumam ser reconhecidas mesmo por quem registra as potencialidades desses recursos (MOURA; BOSS, 2015). Utilizar materiais de fontes secundárias, que receberam um tratamento de um especialista familiarizado no assunto, pode ser uma alternativa, como o caso do uso de TDC ou de materiais elaborados por pesquisadores com base em fontes primárias.

Os TDC, que são materiais que transformam a linguagem científica em linguagem acessível ao público não-especializado em Ciência e Tecnologia – ou não especializado em determinada área da Ciência –, facilitam a compreensão do leitor em relação ao conteúdo e estabelecem a ligação entre a Ciência e o mundo em que vivemos (ZAMBONI, 1997). Eles correspondem a uma alternativa às fontes primárias, facilitando a compreensão do leitor com relação ao texto. Sento Sé (2016), por exemplo, utiliza do texto *Um pouco de História no Ano Internacional da Luz*, escrito pela professora Dra. Indianara Lima Silva, disponível no site da Sociedade Brasileira de História da Ciência, para discutir temas da Física Moderna e Contemporânea, como o efeito fotoelétrico, o efeito Compton, a dualidade onda-partícula, o experimento HBT e noções da Óptica Quântica. Bejarano et al. (2019) utilizaram o livro de ficção *Oxigênio*, escrito por Roald Hoffmann e Carl Djerassi, para discutir aspectos da NdC utilizando como pano de fundo o contexto histórico da “descoberta” do oxigênio.

Consideramos recursos audiovisuais aqueles materiais que utilizam imagem e som em uma apresentação (ROSA, 2000), como filmes, documentários, curtas de animação, programas multimídia, etc. Arthury e Terrazzan (2018), por exemplo, utilizaram trechos do documentário *The Story Of Science*, da BBC, sobre a evolução dos conceitos da cosmologia, e do episódio *The Elegant Universe*, do documentário *COSMOS*, da PBS-NOVA, que contém ilustrações didáticas de elementos da gravidade, além do filme *Einstein and Eddington*, que apresenta o contexto do teste da

Relatividade Geral, para discutir elementos da NdC em estudos sobre a Gravitação. Bomfim (2017), em uma sequência didática que envolvia as Leis de Newton, movimento e conceitos de energia, promoveu um debate baseado na exibição do filme *Steamboy* (2004) e na elaboração de uma pesquisa paralela sobre o CERN (Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear), de forma a proporcionar argumentação acerca do papel da Ciência na sociedade.

Outro material utilizado foram as histórias em quadrinhos (HQ) que possuem linguagem diferenciada: um texto não verbal capaz de transmitir significados, podendo ou não estar associado a textos verbais (MORETTI, 2006), que possui uma leitura agradável e envolvente. Carneiro (2019) elaborou HQ sobre a história da genética, para abordar conceitos sobre a herança mendeliana de forma a discutir aspectos da NdC com futuros professores. Além de utilizar HQ produzidas pelo próprio pesquisador na proposta didática, os estudantes tiveram momentos em que criaram suas próprias histórias, indicando que esse tipo de material também pode ser uma estratégia de atividade/avaliação no contexto da sala de aula.

Os jogos e as simulações também fizeram parte das sequências didáticas. Bagdonas (2015) elaborou e aplicou um jogo, que buscava discutir influências socioculturais sobre a Ciência, em que alunos atuavam como membros de uma organização de fomento à Ciência e argumentavam sobre o valor de teorias cosmológicas, no período entre 1914 a 1939, articulando aspectos da história da cosmologia, da história política, cultural e econômica nesse período. Associando o uso de jogos às tecnologias, Cortez (2018) criou e aplicou um jogo eletrônico de *Role Playing Game* (RPG) chamado *Uma ideia perigosa*, em que o aluno assume o papel de um personagem e se vê protagonizando uma aventura em um mundo virtual. Reis (2015), além de vídeos e textos na construção de uma sequência didática para abordar conceitos relacionados ao espaço e tempo em aulas de Física, utiliza uma simulação sobre o experimento do Plano Inclinado de Galileu, de forma a relacionar contexto histórico e experimental, discutindo aspectos da construção do conhecimento. O uso de tecnologias, inclusive associadas aos jogos e ao uso de simulações no Ensino de Ciência, tem se mostrado um meio de tornar a aprendizagem mais significativa, pois possibilitam ao estudante adquirir conhecimentos e compreender conceitos variados, oferecendo um conjunto de situações, procedimentos e representações simbólicas amplo, de forma a ressignificar os conteúdos das disciplinas (BONA, 2009).



Independente da escolha do material a ser usado em sala de aula, é necessária atenção, tanto aos objetivos de ensino e de aprendizagem e às estratégias que se pretende utilizar quanto às formas de veiculação das informações presentes neles. É preciso verificar as potencialidades e os limites daquele material, para que, em momentos em que uma imagem estereotipada da Ciência possa aparecer, uma discussão mais atenta junto aos estudantes seja realizada, para que esse estereótipo não seja reforçado. Exceto os textos criados pelos pesquisadores no contexto da pesquisa, todos os demais são recursos sem fins educativos, não tendo sido criados com o objetivo didático. Por isso, é importante que o professor esteja familiarizado, não apenas com o material, mas com aspectos da NdC, a fim de identificar as possibilidades de utilização dos materiais, estando atento ao processo de escolha e análise do material antes de sua implementação em sala de aula.

d) Considerações sobre o processo de avaliação nas propostas didáticas:

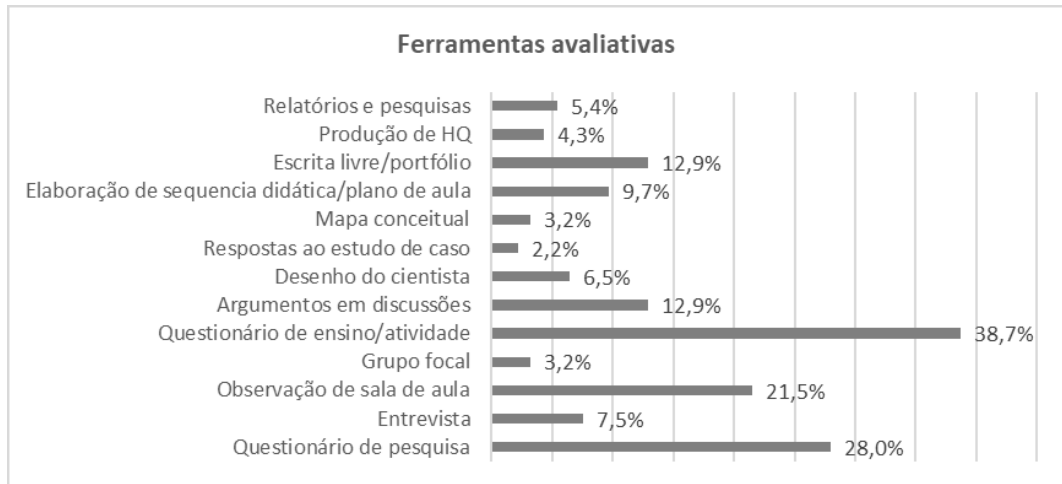
O levantamento realizado possibilitou verificar que as propostas didáticas que promovem discussões sobre a NdC nas pesquisas não apresentam reflexões claras sobre como se dá o processo avaliativo em sala de aula. Elas indicam que avaliar a compreensão acerca da NdC é algo ainda muito restrito ao meio acadêmico, uma vez que essa avaliação está geralmente associada à utilização de testes para verificar se a compreensão de professores ou estudantes se aproximam ou não de uma percepção mais contextualizada e menos ingênua sobre a NdC e se os objetivos da pesquisa foram atingidos.

As pesquisas transpõem instrumentos de coletas de dados em instrumentos avaliativos, assim, o processo realizado é pensado no sentido de verificar os objetivos de pesquisa e não necessariamente os objetivos de aprendizagem, utilizando: questionários de pesquisa padronizados, seja pela credibilidade que eles podem trazer aos dados da pesquisa ou pela própria facilidade na implementação uma vez que muitos já estão validados e consolidados na área de pesquisa em ensino de ciências; entrevistas e grupos focais; observações de sala de aula, por meio de gravações das propostas aplicadas; etc. O questionário como o *Views of Nature of Science* (VNOS), por exemplo, destina-se apenas à pesquisa educacional e não como forma de avaliação em sala de aula (LEDERMAN et al. 2002). O mesmo pode ser dito sobre outros testes, como o *Views on Science-Technology-Society* (VOSTS) e similares, que são ferramentas importantes para avaliar a percepção dos sujeitos

investigados nas pesquisas sobre a NdC de forma a proporcionar que o pesquisador conheça um pouco mais a percepção dos sujeitos da pesquisa, mas não necessariamente são base para uma avaliação no contexto da sala de aula. Segundo Allchin (2011), muitos pesquisadores temem que os professores ensinem para o teste, para que os alunos possam responder às perguntas da forma considerada correta. Isso acaba dificultando que o professor consiga acessar outras relações que o estudante possa fazer no contexto da NdC e discutir melhor o porquê de determinada percepção frente ao conhecimento científico.

Os poucos trabalhos que relatam o processo avaliativo de atividades que envolvem a NdC nas propostas analisadas estão relacionados diretamente às estratégias didáticas utilizadas pelo professor e os materiais provenientes das atividades. A figura 5 indica todos os instrumentos utilizados nas pesquisas que geraram algum dado passível de avaliação dentro das propostas didáticas.

Figura 5: Instrumentos que geraram dados passíveis de avaliação nas pesquisas analisadas.



Fonte: os autores.

Os materiais provenientes das atividades desenvolvidas pelos pesquisadores, mesmo que não tenham sido pensados com essa finalidade, podem ser instrumentos úteis na avaliação dos estudantes. Dentre eles, destacamos: questionários relacionados às atividades; desenhos do cientista; criação de história em quadrinho; realização de mapas conceituais; escrita livre/ portfólios; elaboração de relatórios e pesquisas

(incluindo momentos de apresentação do material, em que os alunos se expressam com mais desenvoltura); argumentação e discussões gerais em grupos ou em rodas de discussão; respostas aos estudos de caso/situações-problema/investigações realizadas durante as aulas; etc. Porém, discussões sobre como esses materiais podem auxiliar na avaliação dos estudantes sobre a NdC ou sobre o que se deve considerar no processo avaliativo requer atenção nas investigações.

Mainardes (2016) acredita que a avaliação deve ser formativa, oferecendo “*elementos (diagnóstico) para que o professor possa planejar as intervenções necessárias e garantir aos alunos, a continuidade da aprendizagem*” (p. 111-112). Deve facilitar o processo de ensino e de aprendizagem, atuando, de certa forma, como avaliação do próprio professor e auxiliando na manutenção ou no redirecionamento do ensino, sempre no sentido de melhorar a aprendizagem dos alunos (SILVA; MORADILLO, 2002). Porém, a escolha sobre o que avaliar recai muitas vezes sobre o conceito de ensino que o professor ou a instituição tem, resumindo-se a avaliações somativas, com função de atribuir nota e classificar os estudantes com base em modelos pré-definidos.

Nesse sentido, a avaliação não deve preconizar a verificação do que foi ou não aprendido pelo aluno ou se ele adquiriu ou não uma percepção “correta” da NdC – já que existem divergências entre os próprios especialistas da área devido a sua complexidade –, ela deve ir além da verificação de concepções, buscando a formação integral do estudante, de modo a observar se os estudantes conseguem estabelecer relações entre ciência, tecnologia, sociedade, questões ambientais, éticas, culturais e históricas; utilizar as informações e discussões realizadas em aula para poder interpretar notícias, resolver problemas, refletir e agir sobre questões que envolvam a Ciência e a Tecnologia; conhecer a natureza multifacetada da ciência e seu processo de construção.

Assim, discutir o contexto avaliativo nas pesquisas é essencial para que o professor compreenda que existem diferentes visões sobre a NdC e que elas podem conviver na nossa percepção – que é pessoal e com base em vivências, expectativas, experiências, inatas ou adquiridas pelo meio no qual o sujeito interage com aquilo que percebe (CHAUI, 2000) –, porém, com base no desempenho e ideias expressadas pelos alunos nos momentos de avaliação, é possível que novas situações sejam inseridas para discutir essas percepções e possibilitar uma nova visão sobre a NdC.

Conclusão

Há um consenso nas pesquisas sobre a necessidade de se discutir acerca da NdC em sala de aula de forma a contribuir para a Alfabetização Científica e Tecnológica de estudantes e professores, uma vez que ela possibilita: uma percepção mais contextualizada e ampla sobre a Ciência, a Tecnologia e suas relações com a sociedade; o consumo mais consciente das informações científicas; reflexões sobre problemas e acontecimentos cotidianos; a participação em discussões e a tomada de decisões sócio-científicas; e uma percepção mais humanizada da Ciência e do cientista. Entretanto, uma das grandes dificuldades enfrentadas atualmente não está na justificativa sobre a importância de abordar a NdC, mas em buscar formas de incorporá-la no ensino de Ciências (MOURA, 2014). O levantamento realizado permite conhecer ações que visam a discussão da NdC no Ensino de Ciências, de forma a perceber o quão variadas são elas.

Dentre as estratégias didáticas utilizadas nas propostas didáticas estão: a HC; o uso de experimentação; discussões e debates explícitos; estratégias de leitura, de pesquisa e apresentações; ensino investigativo; estudos de caso contemporâneo; resolução de problemas e discussões de questões sócio-científicas; entre outros. Entretanto, foi possível verificar que essas propostas ainda estão centradas na discussão de casos históricos que, apesar de possibilitar o contato com o processo de desenvolvimento da Ciência, carece de reflexões sobre a Ciência, a Tecnologia e a sociedade em um contexto mais atual, de uma Ciência que faça parte do cotidiano da população. Considerando a NdC como um metaconhecimento que reflete a construção do conhecimento científico com um olhar multifacetado, ressaltamos que uma única estratégia não é suficiente para proporcionar o contato com os diversos aspectos da NdC. Portanto, variar e combinar estratégias didáticas são fatores essenciais para uma percepção mais ampla e eficaz sobre a NdC.

Ao verificar os materiais utilizados nas propostas didáticas analisadas, observamos que eles foram os mais variados, como: recursos audiovisuais, artigos científicos e fontes primárias, TDC, jogos e simulações, HQ e, principalmente, textos produzidos pelos próprios pesquisadores por meio dos levantamentos bibliográficos e históricos realizados nas pesquisas. Cada um desses materiais trazem uma contribuição para a discussão da NdC que se relaciona com os objetivos didáticos e às estratégias a serem utilizadas. Embora muitos dos pesquisadores tenham optado



por utilizar um recurso criado especificamente para a proposta didática da pesquisa, existem materiais disponíveis de forma gratuita e de fácil acesso que podem ser utilizados, poupando tempo do professor ao criar estratégias para inserção da NdC em sala de aula e dando subsídios para que ele possa trabalhar o material de forma mais adequada – inclusive, existem pesquisas que analisam as potencialidades e limitações desses materiais de forma a dar suporte ao professor no planejamento e implementação em sala de aula.

A investigação evidencia a escassez de ações realizadas com professores que já atuam nas redes de ensino, que pouco tiveram oportunidade de ter contato com discussões e práticas que auxiliem na inserção de discussões sobre a NdC em sala de aula. O contexto das propostas é predominante na Educação Básica e na formação inicial de professores. O fato de que estratégias têm sido levadas para a sala de aula demonstra uma preocupação com a formação dos estudantes, porém, se refletirmos quem é o sujeito que leva esse tipo de discussão para a escola, fora do contexto da pesquisa científica, é o professor já formado. O levantamento demonstra uma preocupação em dar subsídio para que o futuro professor, ainda na graduação, conheça a importância de abordar a NdC em sala de aula e tenha condições de discutir sobre ela. Porém, não basta formar uma nova geração que pode vir a ocupar a sala de aula, é necessária mais atenção para aqueles que estão na linha de frente das ações educacionais, que não tiveram (ou pouco tiveram) contato com reflexões sobre a NdC e que ainda carregam percepções ingênuas sobre a Ciência (CHRISPINO et al., 2017), podendo reforçá-las em sua prática didática. Dessa forma, é fundamental que os professores tenham uma formação que possibilite uma visão ampla sobre a NdC e sobre as formas de implementá-la em sala de aula, para que os estudantes tenham oportunidade de se aproximar da dinâmica da produção do conhecimento científico.

Ao falar sobre a inserção de discussões sobre a NdC em sala de aula, deve-se considerar questões relacionadas à avaliação, uma vez que ela é – ou deveria ser – uma parte importante do processo educativo, estando intrinsecamente associada ao ensino e à aprendizagem, tendo como finalidade a orientação desses processos (FERNANDES, 2006). As pesquisas analisadas apresentavam propostas didáticas criadas ou implementadas para discutir aspectos da NdC em sala de aula, porém, poucas indicavam claramente considerações sobre o processo de avaliação no contexto planejado. De forma geral, a avaliação se restringia a instrumentos de coleta de

dados que buscam verificar se as compreensões dos sujeitos se aproximam ou não de uma percepção mais contextualizada e menos ingênua sobre a NdC e/ou se os objetivos da pesquisa foram atingidos. Aqueles que relataram o processo avaliativo de atividades que envolveram a temática em sala de aula associaram diretamente os instrumentos de avaliação às estratégias didáticas utilizadas pelo professor. Isso posto, independente da estratégia a ser utilizada no processo de avaliação, é necessário levar em consideração os objetivos do processo de ensino e de aprendizagem, a respeito do que ensinar, de como ensinar e do para que ensinar sobre a NdC. Apenas quando o professor se apropria da importância da aprendizagem sobre a NdC é que ele conseguirá relacionar todas essas variáveis no processo de avaliação.

Os resultados obtidos nesta pesquisa permitem conhecer como aspectos da NdC vem sendo discutidos no Ensino de Ciências, seja na formação de professores capacitados ou em propostas didáticas na Educação Básica, de forma a identificar que ações que buscam variar os contextos, as estratégias e os materiais para abordar a temática são essenciais na inserção da NdC em sala de aula, dando subsídios teóricos e metodológicos para aqueles que se interessem. Além disso, a revisão realizada também evidencia lacunas nas pesquisas, abrindo possibilidades de investigação dentro da temática, dentre elas, destacamos: investigação e implementação de estratégias e de materiais variados que possibilitem abordar aspectos da NdC em situações didáticas, indo além de discussões sobre a HC e do uso da experimentação; realização de formação continuada de professores de forma a incentivar a implementação de discussões sobre a NdC em suas aulas; e discussões mais aprofundadas sobre as intencionalidades do ensino da NdC de forma a promover reflexões sobre o processo avaliativo em sala de aula.

Approaching the Nature of Science in Science Teaching: a review (2015–2020)

Abstract

This research presents a state-of-art bibliographic research about the Nature of Science in didactic situations, in researches in Science Teaching field, to verify how this theme has been implemented on basic education and teachers' education, in order to identify the contributions of these actions and the existing gaps. The *Scientific Electronic Library Online* and Theses and Dissertations from *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* database, from 2015 to 2020, were used as a search source for this research. The didactic proposals described



in these researches were analyzed in order to identify: the application context; the strategies created and/or implemented to approach the Nature of Science; the materials used; and the evaluation process described. Through Content Analysis, it was possible to verify that there is a diversity of materials and strategies used in the discussion of the Nature of Science, but the History of Science is predominant in the proposals. Discussions about the evaluation process and actions in teacher's education demand attention from research in order to help insert aspects of the Nature of Science into the classroom.

Keywords: Didactic proposals. State of art. Nature of Science.

Nota

- ¹ Disponível em: <https://www.cgee.org.br/web/percepcao>, acessado em fevereiro de 2020.
- ² <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/>
- ³ <https://scielo.org>
- ⁴ A relação total dos trabalhos analisados pode ser consultada após as referências deste artigo.

Referências

- ABD-EL-KHALICK, Fouad; LEDERMAN, Norman G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. **International journal of science education**, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.
- ACEVEDO, José Antonio. Enfoques explícitos *versus* implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 6, n. 3, p. 355-386, 2009.
- ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio.; VÁZQUEZ-ALONSO, Ángel; MANASSERO-MAS, Maria Antonia; ACEVEDO-ROMERO, Pilar. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias**, v. 4, n. 1, p. 42-66, 2007.
- ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio; GARCÍA-CARMONA, Antonio; DEL MAR ARAGÓN, María. Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. **Educación química**, v. 28, n. 3, p. 140-146, 2017.
- ALLCHIN, Douglas. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.
- ARTHURY, Luiz Henrique M.; TERRAZZAN, Eduardo A. A Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a Gravitação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, 2018.
- BAGDONAS, Alexandre. **Controvérsias envolvendo a natureza da ciência em sequências didáticas sobre cosmologia**. 2015. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- BARBOSA, Flávio. T.; AIRES, Joanez A. A natureza da ciência e a formação de professores: um diálogo necessário. **ACTIO**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 115-130, jan./abr. 2018.

- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2008.
- BATISTA, Giovanninni Leite F.; DRUMMOND, Juliana Mesquita Hidalgo Ferreira; FREITAS, Daniel Brito. Fontes primárias no ensino de física: considerações e exemplos de propostas. **Ca-
derno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 663-702, 2015.
- BEJARANO, Nelson Rui Ribas; ADURIZ-BRAVO, Agustín; BONFIM, Carolina Santos. Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 4, p. 967-982, 2019.
- BERÇOT, Filipe Faria. **História da biologia e natureza da ciência na formação inicial de professores**: uma Sequência Didática sobre reprodução animal no século XVIII nos estudos de Charles Bonnet e Abraham Trembley. 2018. 349 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 2018.
- BIGHETTI, Rebeca Castro. **História da Ciência e Livro didático**: Robert Boyle e o PNLD 2018- 2020. 2019. 147f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2019.
- BOMFIM, Juliana Miguel. **Problematizando o papel da Ciência na sociedade**: uma abordagem histórico-filosófica no ensino de Física. 2017. 74f. Dissertação (Mestrado). Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2017.
- BONA, Berenice de Oliveira. Análise de softwares educativos para o ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. **Experiências em ensino de ciências**, v. 4, n. 1, p. 35-55, 2009.
- 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: 15 out. 2019.
- CALLEGARIO, Laís Jubini. **A história da ciência em sala de aula**: o episódio da potassa como uma proposta para ensino de química em nível médio. 2017. 228 f. Tese (Doutorado em Ciências Naturais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Ciências Químicas. Campos dos Goytacazes, 2017.
- CARNEIRO, Lucas Freitas P. **Entre quadrinhos, teorias e histórias**: uma proposta de abordagem contextual no ensino da herança mendeliana. 2019. 189f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília, 2019.
- CHAUÍ, Marilena. **Convite à filosofia**. Ática, 2000.
- CHRISPINO, Álvaro; SILVA, Marco Aurélio F. B.; MELO, Thiago Branãs; ALBUQUERQUE, Márcia Bengio. Do resultado da pesquisa às ações de intervenção na prática escolar: a contribuição de um grupo de pesquisa CTS. **Da investigação às práticas**, v. 7, n. 2, p. 91-115, 2017.
- CORTEZ, Eduardo Pessonina Molina. **Descobrimos a seleção natural: uma proposta de ensino baseada na história da ciência**. 2018. 251 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- CORTEZ, Jheniffer Micheline; KIOURANIS, Neide Maria Michellan. Concepções de Natureza da Ciência de futuros Professores de Química: reflexões a partir de um Programa de Formação orientado para a História e Filosofia da Ciência. **Rev. electrón. investig. educ. cienc.**, Tandil, v. 14, n. 2, p. 45-63, julho de 2019.
- DENG, Feng; CHEN, Der-Thanq; TSAI, Chin-Chung; CHAI, Ching Sing. Students' Views of the Nature of Science: A Critical Review of Research, **Science Education**, v. 95, p. 961-999, 2011.

DINIZ, Natália de Paiva; OLIVEIRA, Jane Raquel Silva. Concepções de estudantes sobre cientistas: (re)construções a partir da leitura de um texto de divulgação científica. XVII Encontro Nacional de Ensino de Química. **Atas...**, Ouro Preto, MG, 2014.

DINIZ, Natália de Paiva; REZENDE JUNIOR, Mikael Frank. Percepções de alunos e professores sobre a natureza da ciência e o trabalho científico nas produções acadêmicas da área de educação em ciências. **EDUCERE: Revista de Educação da UNIPAR**, v. 19, p. 29-71, 2019.

FERNANDES, Domingos. Avaliação, aprendizagens e currículo: para uma articulação entre investigação, formação e práticas. In: BARBOSA, Raquel (Org.) **Formação de educadores: Artes e técnicas – Ciências e políticas**, p. 15-36, São Paulo: Editora UNESP, 2006.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto Andrade. Historiografia e natureza da Ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 27-59, abr. 2011.

GARCÍA-CARMONA, Antonio; MANASSERO-MAS, María Antonia; VÁZQUEZ-ALONSO, Ángel. Comprensión de los Estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis de estado actual de la cuestión y perspectivas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 30, n.1, p.23-33, 2012.

GIL-PÉREZ, Daniel; MONTORO, Isabel Fernández; ALÍS, Jaime Carrascosa; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

HIPÓLITO, Eliane Souza dos Reis. **História da ciência aliada à dramaturgia no ensino de Química**: possibilidades e desafios. 2016. 213p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2016.

HODSON, Derek. **Towards scientific literacy: A teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science**. Brill Sense, 2008.

KHISHFE, Rola; LEDERMAN, Norman G. Teaching nature of science within a controversial topic: integrated *versus* nonintegrated. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 43, n. 4, p. 395-418, 2006.

LEDERMAN, Norman G. La siempre cambiante contextualización de la naturaleza de la ciencia: documentos recientes sobre la reforma de la educación científica en los Estados Unidos y su impacto en el logro de la alfabetización científica. **Enseñanza de las ciencias**, v. 36, n. 2, p. 5-22, 2018.

LEDERMAN, Norman G. Nature of Science: Past, Present, and Future. pp. 831-880. In: ABELL, Sandra K.; LEDERMAN, Norman G. (eds.). **Handbook of research on science education**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2007.

LEDERMAN, Norman G.; ABD-EL-KHALICK, Fouad; BELL, Randy. L.; SCHWARTZ, Renée S. Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of research in science teaching**, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.

MACHADO, Jober Vanderlei V.; BARTHOLOMEI-SANTOS, Marlise Ladvoat. Percepções sobre a Natureza da Ciência e o papel do Cientista de estudantes do Ensino Médio. **Acta Scientiae**, v. 19, n. 4, 2017.

MAINARDES, Jefferson. Avaliação da aprendizagem na alfabetização. In: CRUZ, Magna do Carmo S.; BORBA, Rute Elizabeth S. R. (Orgs.). **Ciclo de palestras**: volume 1. Recife: Editora UFPE, p. 109-125, 2016.

MARTINS, Natália Abdalla. **George Newport (1803 - 1854) e os estudos sobre reprodução animal:** uma aplicação de história da biologia em sala de aula. 2020. 220 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

MCCOMAS, William F.; CLOUGH, Michael P.; ALMAZROA, Hiya. The role and character of the nature of science in science education. In: **The nature of science in science education**. Ed. MCCOMAS, William F. Springer, Dordrecht, p. 3-39, 1998.

MONERAT, Carlos Alberto Andrade. **A biologia celular em revistas de divulgação científica:** contribuições na formação de licenciandos em ciências biológicas. 2017. 199f. Tese (Doutorado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2017.

MORAES, Wanderson Rodrigues. **História e Natureza da Ciência no Ensino de Biologia:** perfil e concepções de professores em serviço e de materiais didáticos. 2016. 230 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.

MORETTI, Fernando. **Qual a diferença entre charge, cartum e quadrinhos.** Disponível em: <<http://www.ccqhumor.com.br/artigos-cartuns/cartum-diferenca>>, acessado em 18 set. 2006, v. 6, n. 07, p. 04, 2006.

MOURA, Breno Arsioli. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

MOURA, Breno Arsioli; BOSS, Sergio Luiz Bragatto. Thomas Young e o resgate da teoria ondulatória da luz: Uma tradução comentada de sua Teoria Sobre Luz e Cores. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 4203-1-4203-24, 2015.

NASCIMENTO, Hemerson Henrique F.; ALMEIDA, Maria Angela V.; CAMPOS, Angela Fernandes. Desenvolvimento conceitual na formação inicial de professores de Química: evolução de concepções sobre a natureza da ciência orientada por um programa em História da Química. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 10 a 13 novembro 2013, Águas de Lindóia, SP. **Atas...** 2013.

OLIVEIRA, Rilavia Almeida de. **Natureza da Ciência por meio de narrativas históricas:** os debates sobre a natureza da luz na primeira metade do século XIX. 2019. 232f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2019.

ORTEGA, Daniel; MOURA, Breno Arsioli. Uma abordagem histórica da reflexão e da refração da luz. **Rev. Bras. Ensino Fís.** São Paulo, v. 42, 2019. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2019-0114>>. Acesso em 20 abr. 2020.

ORTEGA-QUEVEDO, Vanessa; CRISTINA GIL, Puente. La naturaleza de la ciencia y la tecnología. Una experiencia para desarrollar el pensamiento crítico. **Rev. Cient.**, Bogotá, n. 35, p.167-182, Agosto de 2019.

PEREIRA, Helen Wanderley Fernandes. **Mulheres e a construção do conhecimento:** uma proposta de ensino por meio de uma sequência de atividade temática com abordagem histórica da ciência para o tema DNA. 2020. 96f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de São Paulo, Campus Diadema, 2020.

REIS, Ueslei V. **Os conceitos de espaço e tempo no ensino de física:** uma possibilidade de atuação em sala de aula. 2015. 195f. Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2015.

ROMANOWSKI, Joana Paulin; ENS, Romilda Teodora. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte” em educação. **Diálogo Educacional**, v. 6, n.19, p. 37-50, 2006.

ROSA, Paulo Ricardo da Silva. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 1, p. 33-49, 2000.

SANTOS, Daiane Beatriz Santana dos. **Abordagens de tecnologia presentes nos livros didáticos de Química**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017, 159p.

SENTO SÉ, Daniel. **Ensinando tópicos de natureza da ciência a partir de uma história do conceito de fóton no Ensino Médio**. 2016. 78f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2016.

SERNA-ROSELL, Cayetana; VÍLCHEZ-GONZÁLEZ, José Miguel. Estereotipos científicos: percepción del alumnado de un centro de adultos de Granada (España). **Rev. Cient.**, Bogotá, n. 32, p. 169-182, ago. 2018. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.14483/23448350.12799>>. Acesso em: 24 set. 2020.

SILVA, José Luis P. B.; MORADILLO, Edilson Fortuna. Avaliação, ensino e aprendizagem de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n. 1, p. 1-12, 2002.

SOUSA, Jennifer Caroline de. Documentários Científicos sobre o Mundo Natural no Ensino de Biologia. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, e20002, 2020.

SOUZA, Gahelyka Aghta Pantano. **Influências de uma Política Pública Educacional na transformação de uma obra didática de Química**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2016, 174p.

VÁZQUEZ-ALONSO, Ángel; APONTE, Abdiel; MANASSERO-MAS, María Antonia; MONTE-SANO, Marisa. Una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre un tema socio-científico: análisis y evaluación de su aplicación en el aula. **Educación química**, v. 25, p. 190-202, 2014.

VÁZQUEZ-ALONSO, Ángel; MANASSERO-MAS, María Antonia; ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio; ROMERO, Pilar Acevedo. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la comunidad tecnocientífica. **Revista electrónica de enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 331-363, 2007.

ZAMBONI, Lilian Márcia Simões. **Heterogeneidade e Subjetividade no Discurso da Divulgação Científica**. 1997. 200f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Linguagem, Campinas, São Paulo, 1997.

Apêndice

Quadro 1: Relação do total de trabalhos que compõem o *corpus* analítico da pesquisa

(continua...)

nº	Ano	TIPO	TÍTULO	Autor
1	2019	Ciência & Educação	Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso	BEJARANO, N. R. R.; ADURIZ-BRACO, A.; BONFIM, C. S.
2	2019	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	Planejamento e condução de discussões sobre natureza da ciência ocorridas em uma situação de ensino fundamentada em modelagem conduzida por uma professora em formação	SILVA, C. M.; JUSTI, R.
3	2019	Revista Brasileira de Ensino de Física	Uma abordagem histórica da reflexão e da refração da luz	ORTEGA, D.; MOURA, B. A.
4	2019	Revista científica	La naturaleza de la ciencia y la tecnología. Una experiencia para desarrollar el pensamiento crítico	ORTEGA-QUEVEDO, V.; GIL, P. C.
5	2019	Revista electrónica de investigación en educación en ciencias	Concepções de Natureza da Ciência de futuros Professores de Química: reflexões a partir de um Programa de Formação orientado para a História e Filosofia da Ciência	CORTEZ, J. M.; KIOURANIS, N. M. M.
6	2019	South African Journal of Childhood Education	Foundation phase science teacher identity: Exploring evolutionary module development to promote science teaching self-efficacy	MEIRING, L. F.
7	2018	Revista científica	Comprensión de futuros profesores de ciencia sobre aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia en cuatro controversias de historia de la ciencia	ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; ARAGÓN-MÉNDEZ, M. M.; GARCÍA-CARMONA, A.
8	2018	Revista Brasileira de Ensino de Física	Atividades investigativas e o desenvolvimento de habilidades e competências: um relato de experiência no curso de Física da Universidade Federal do Pará	FRAIHA, S.; PASCHOAL JR, W.; PEREZ, S.; TABOSA, C. E. S.; SILVA ALVES, J. P.; SILVA, C. R.
9	2018	Revista Brasileira de Ensino de Física	A Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a Gravitação	ARTHURY, L. H. M.; TERRAZAN, E. A.
10	2017	Revista electrónica de investigación en educación en ciencias	Noções de alunos do Ensino Médio a respeito da estrutura da matéria: investigação de uma abordagem histórico-didática para o ensino de Física de Partículas	DA COSTA, M.; DE LOUTES BATISTA, I.
11	2017	Educación química	Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia	ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-CARMONA, A.; ARAGÓN, M. M.
12	2016	Revista de Investigación Educativa	Naturaleza de las ciencias y formación de profesores de física. El caso de la experimentación	ROMERO CHACÓN, Á.; AGUILAR MOSQUERA, Y.; MEJÍA, L. S.



nº	Ano	TIPO	TÍTULO	Autor
13	2016	Tecné, Episteme y Didaxis: TED	Estudio de caso en la enseñanza y aprendizaje de la fotosíntesis y respiración en plantas a partir de una unidad didáctica	AFANADOR CASTAÑEDA, H. A.; MOSQUERA SUÁ-REZ, C. J.
14	2016	Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias	Reflexões sobre o processo de construção da ciência na disciplina de química: um estudo de caso a partir da história dos modelos atômicos	BARBODA DE MOURA, C.; GUERRA, A.
15	2016	Ciência & Educação	La controversia Pasteur vs. Pouchet sobre la generación espontánea: un recurso para la formación inicial del profesorado en la naturaleza de la ciencia desde un enfoque reflexivo	ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-CARMONA, A.; ARAGÓN, M. M.
16	2016	Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad	Uso de la historia de la ciencia para comprender aspectos de la naturaleza de la ciencia. Fundamentación de una propuesta basada en la controversia Pasteur versus Liebig sobre la fermentación	ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-CARMONA, A.
17	2016	Revista electrónica de investigación en educación en ciencias	Implicações epistemológicas da aplicação de um método investigativo em aula experimental no ensino médio	MOURA DA SILVA, O. H.; LABURÚ, C. E.
18	2016	Revista Brasileira de Ensino de Física	Atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica: Uma alternativa para a ressignificação das aulas de laboratório em cursos de graduação em física	HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.
19	2016	Ciência & Educação	Relato autobiográfico para la enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia: aproximación a la ciencia auténtica a partir de una investigación sobre el dengue	GARELLI, F.; CORDERO, S.; DUMRAUF, A.
20	2015	Ciência & Educação	Monteiro Lobato em aulas de ciências: aproximando ciência e literatura na educação científica	GROTO, S. R.; MARTINS, A. F. P.
21	2020	Educación química	Impactos de um processo formativo na alfabetização científica e tecnológica de licenciandos em química	FIRME; MIRANDA
22	2015	Tese	Controvérsias envolvendo a natureza da ciência em sequências didáticas sobre cosmologia"	BAGDONAS, A.
23	2015	Dissertação	Dinâmica das concepções sobre a natureza da ciência de estudantes de graduação em física	ROSA, V. M.
24	2015	Dissertação	Hereditariedade e natureza da ciência: o uso da abordagem histórico filosófica no ensino fundamental	AMARAL, P.
25	2015	Dissertação	Os conceitos de espaço e tempo no ensino de física: uma possibilidade de atuação em sala de aula	REIS, U. V

(continua...)

nº	Ano	TIPO	TÍTULO	Autor
26	2015	Dissertação	Formação docente para a inserção da história e filosofia da ciência no ensino: textos histórico-pedagógicos em discussão	NICÁCIO, J. D. S.
27	2015	Tese	Compreensões sobre a Natureza da Ciência de licenciandos a partir da experiência com questões sociocientíficas: possibilidades para a formação inicial	SIERRA, D. F. M.
28	2015	Dissertação	O efeito fotoelétrico e a natureza da luz através de um enfoque histórico-filosófico: uma proposta	NETTO, M. F. S.
29	2015	Dissertação	Uma abordagem histórico-didática com auxílio de multimídias para o ensino de partículas elementares no ensino médio	COSTA, M.
30	2015	Dissertação	Aprendizagem relacionada ao conceito de energia visando à alfabetização científica e tecnológica de alunos do ensino médio utilizando o enfoque CTSA	NETO, F. P.
31	2015	Dissertação	Racismo científico como plataforma para compreensão crítica das relações CTS: o estudo de desenvolvimento de uma sequência didática	FADIGAS, M. D.
32	2015	Tese	Uso de episódios da história da ciência na formação continuada de professores de física na modalidade do ensino à distância	RODRIGUES JUNIOR, E.
33	2015	Dissertação	O desenvolvimento do conceito de linkage (1902-1915): uma contribuição histórica para o ensino de genética	BRUNELLI, A.
34	2015	Dissertação	Contribuições da história e filosofia da ciência para a formação inicial de professores de ciências e biologia: limites e possibilidades	HIDALGO, M. R.
35	2015	Dissertação	Práticas epistêmicas em atividades investigativas de ciências	NASCIMENTO, E. D. O.
36	2016	Dissertação	Ensino Explícito e Integrado de Natureza da Ciência e Argumentação em um Contexto Sociocientífico para Estudantes de Química do Ensino Médio	MARTINS, M. R.
37	2016	Tese	A natureza da ciência e a interpretação de situações científicas – um estudo com professores de ciências em formação	COLAGRANDE, E. A.
38	2016	Tese	Concepções de natureza da ciência, educação científica e conhecimentos tradicionais de estudantes ao longo de um curso de licenciatura intercultural indígena	PEREIRA, J. P. R.



nº	Ano	TIPO	TÍTULO	Autor
39	2016	Dissertação	Análise de conhecimentos e habilidades sobre natureza da ciência de professores de química em formação inicial durante participação em um grupo colaborativo	SILVA, C. M.
40	2016	Dissertação	Proposição de uma sequência didática para a formação de professores centrada na discussão da natureza da ciência, por meio do estudo histórico do telescópio de galileu	COELHO, M. S.
41	2016	Tese	O ensino da natureza da ciência na escola por meio de um material didático sobre a gravitação	ARTHURY, L. H. M.
42	2016	Tese	A natureza da ciência na formação de professores de física: contribuições do teatro científico-experimental	MELO, É. G. S.
43	2016	Dissertação	Ensinando tópicos de natureza da ciência a partir de uma história do conceito de fóton no ensino médio	SENTO SÉ, D.
44	2016	Tese	Formação Continuada para Professores de Biologia sobre Natureza da Ciência e Tecnologia (NdC&T) e Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)	LEITE, R. R.
45	2016	Dissertação	História da ciência aliada à dramaturgia no ensino de química: possibilidades e desafios	HIPÓLITO, E. S. R.
46	2016	Dissertação	Investigando indícios do engajamento de licenciados em atividade de estudo sobre a orientação CTS na formação inicial de professores de química	CRUZ, V. W.
47	2016	Dissertação	A revista Pesquisa FAPESP como recurso para abordagem da sociologia da ciência em sala de aula: análise de textos e aplicação de atividade didática	MOTA, G. P. R.
48	2016	Dissertação	Das gavetas para o Ensino de Ciências: Os diários de cientistas para uma abordagem contextual da História da Ciência	CORDEIRO, M. L.
49	2017	Dissertação	Desenvolvimento do conhecimento de professores sobre natureza da ciência: contribuições da história da ciência	LIMA, R. R.
51	2017	Dissertação	"Textos de divulgação científica e interdisciplinaridade: investigando suas potencialidades em superar concepções distorcidas de ciência e do trabalho científico"	STACONI, J. P.
52	2017	Dissertação	Natureza da ciência no ensino básico: perspectivas, desafios e limitações imbricados em uma rede de ações	CARVALHO, F. A.

(continua...)

nº	Ano	TIPO	TÍTULO	Autor
53	2017	Tese	Formação continuada de professores em natureza da ciência e tecnologia com enfoque nas competências científicas	CABRAL, S. A.
54	2017	Dissertação	Fontes primárias de galileu no ensino de física: uma proposta para o ensino médio	SILVA, E. B.
55	2017	Dissertação	Problematizando o papel da ciência na sociedade: uma abordagem histórico-filosófica no ensino de física	BOMFIM, J. M.
56	2017	Dissertação	História da física e natureza da ciência em unidades de ensino potencialmente significativas	SOBIECZIAK, S
57	2017	Dissertação	Ole Roemer e a velocidade da luz: explorando aspectos da natureza da ciência em uma proposta de ensino.	LAPORTE, R. S
58	2017	Dissertação	Concepções alternativas sobre natureza da ciência no contexto da formação inicial de professores de física de IFCE	CAVALCANTE, C. G.
59	2017	Dissertação	Sequência Didática (SD) de Microbiologia com enfoque em Natureza da Ciência e Tecnologia (NdC&T) e Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): contribuições para aulas de Biologia	SILVA, L. P.
60	2017	Dissertação	Utilizando a história e a natureza da ciência por meio de uma atividade colaborativa como mecanismo motivador de aprendizagem	WOMMER, F. G. B.
61	2017	Tese	A história da ciência em sala de aula: o episódio da potassa como uma proposta para o ensino de química em nível médio	CALLEGARIO, L. J.
62	2017	Dissertação	Abordagem da Eletricidade Atmosférica sob o Enfoque CTS: um caminho para a Alfabetização Científica e Tecnológica no Ensino Médio	PEDROSO, M. L. S.
63	2017	Dissertação	Projeto investigativo interdisciplinar conexão delta e as potencialidades do ensino por investigação no ensino médio	PERSICH, G. D. O.
64	2017	Dissertação	Ensinando ciência e sobre ciência com a utilização de fontes primárias da história do vácuo e da pressão atmosférica	FONSECA, D. S.
65	2017	Dissertação	Uma sequência de ensino para inserção da história e filosofia da ciência no ensino de física: uma experiência de ensino das leis de newton	GUIMARAES, I. N. D.
66	2017	Dissertação	Mapeando as Concepções de licenciandos em ciências biológicas sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS): uma análise ator-rede	MELO, J. P.



nº	Ano	TIPO	TÍTULO	Autor
67	2017	Dissertação	Mulheres invisíveis: uma proposta para inserção da temática de gênero na formação inicial de docentes de química	SOUZA, D. C.
68	2017	Dissertação	Uma investigação sobre o uso de aspectos epistemológicos nas estratégias didáticas de futuros professores de física no estágio supervisionado	BOARO, D. A.
69	2017	Dissertação	A perspectiva CTS no ensino de ciências: uma investigação na formação inicial de professores	SANTOS, A. B.
70	2017	Tese	A biologia celular em revistas de divulgação científica: contribuições na formação de licenciandos em ciências biológicas	MONERAT, C. A. A.
71	2017	Dissertação	Abordagem contextual no âmbito do processo formativo do PIBID	REIS, N. A.
72	2018	Tese	História da biologia e natureza da ciência na formação inicial de professores: uma sequência didática sobre reprodução animal no século XVIII nos estudos de Charles Bonnet e Abraham Trembley	BERÇOT, F. F.
73	2018	Dissertação	Descobrimos a seleção natural: uma proposta de ensino baseada na história da ciência	CORTEZ, E. P. M.
74	2018	Dissertação	Alfabetização científica no ensino médio por meio do ensino por investigação	BOSCO, E. M. R.
75	2018	Dissertação	A ciência e o cientista em guerra dos mundos (1953)	SILVA, M. M.
76	2018	Dissertação	O experimento demonstrativo de Oliver Lodge: uma proposta de inserção da abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo	PAULINO, G. O.
77	2018	Dissertação	Saberes docentes mobilizados por professores de ciências na abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS) no ensino de ciências	FLÔR, P. R. C.
78	2019	Tese	Natureza da ciência por meio de narrativas históricas: os debates sobre a natureza da luz na primeira metade do século XIX	OLIVEIRA, R. A.
79	2019	Dissertação	A história e a natureza da ciência no ensino de física: cosmologia, dos mitos às concepções científicas.	MESQUITA, T. J.
80	2019	Dissertação	Entre quadrinhos, teorias e histórias: uma proposta de abordagem contextual no ensino da herança mendeliana	CARNEIRO, L. F. P.
81	2019	Dissertação	Um estudo sobre o subprojeto PIBID UNIFESP: a história da ciência no ensino de química por meio de sequências de aprendizagem temática	SANTANA, E. F.

(conclusão)

nº	Ano	TIPO	TÍTULO	Autor
82	2019	Dissertação	Questões sociocientíficas na elaboração de uma proposta didática discursiva em aulas de química no ensino superior	RODRIGUES, J. B. S.
83	2019	Dissertação	Atividades investigativas e abordagem contextual no contexto da sala de aula	SOUZA, S. S.
84	2019	Dissertação	Influência do discurso docente na construção da visão de ciência dos estudantes alinhada aos objetivos do enfoque CTS	BATISTA, K. C. P.
85	2019	Tese	História de um bordado: saberes populares como temas geradores de uma educação CTS na formação de professores de química	GONDIM, M. S. C.
86	2020	Tese	Um Mergulho na História Conceitual da Astronomia, da Cosmologia e da Física à Luz da Solução de Problemas Laudanianos: dos babilônios à gravitação newtoniana	BATISTA, A. S. B.
87	2020	Dissertação	Um olhar da filosofia da ciência no ensino de física: a perspectiva feyerabendiana da astronomia de galileu	SILVA, J. R. P.
88	2020	Dissertação	George Newport (1803 - 1854) e os estudos sobre reprodução animal: uma aplicação de história da biologia em sala de aula	MARTINS, N. A.
89	2020	Dissertação	William Harvey e a circulação sanguínea: uso de fontes primárias da história da ciência no ensino de biologia	NUNES
90	2020	Dissertação	Argumentação e a construção de contra-argumentos em um debate sobre uma questão sociocientífica em uma sala de aula dos anos finais do ensino fundamental	GARCIA, R. S.
91	2020	Dissertação	Mulheres e a construção do conhecimento: uma Proposta de ensino por meio de uma sequência de atividade temática com abordagem histórica da Ciência para o tema DNA	PEREIRA, H. W. F.
92	2020	Dissertação	Ensino de Ciências e Decolonialismo: a história em quadrinhos como instrumento de representatividade étnico-racial	DAMASCENO, T. C. G.
93	2020	Dissertação	História das ciências no ensino de botânica: abordagens culturais na formação inicial de professores de ciências e biologia	LIMA, T. A.

Fonte: os autores.



A problemática do ensino de botânica: ponto de vista dos professores da educação básica

Andrieli Lima da Silva*, Viviane de Oliveira Thomaz Lemos**, Bruno Edson-Chaves***, Roselita Maria de Souza Mendes****

Resumo

Esta pesquisa visou investigar as dificuldades relacionadas ao ensino de Botânica encontradas pelos professores de Biologia de vinte e seis Escolas Públicas distribuídas na cidade de Fortaleza, Ceará. Os dados foram obtidos por meio de entrevista, usando questionário qualitativo e quantitativo. As dificuldades enfrentadas no ensino estão entre realizar a aula de campo, o desinteresse do aluno e a terminologia. Porém, os termos específicos não necessariamente estão relacionados com o desinteresse pela área, já que Zoologia mesmo sendo considerada com termos mais difíceis ainda é a disciplina de maior interesse. A grande maioria (42,31%) apresenta interesse mediano pela Biologia Vegetal mesmo percebendo que é um conteúdo de grande importância. Quanto ao ensino, os professores consideram menos importante para os alunos (29,17%) por acreditarem ser pouco abordados em avaliações externas e não despertar interesse, refletido assim na aprendizagem dos alunos. Dentre os conteúdos que mais despertam interesse dos professores encontra-se o assunto de Angiospermas, isso pode ser explicado uma vez que o livro didático é organizado de forma a privilegiar esse assunto. Em contrapartida, a morfologia vegetal é considerada mais difícil de lecionar, por ser muito aprofundada e os alunos tendem a ter dificuldades em aprender os conceitos necessários. Apesar das diversas dificuldades na educação básica como falta de infraestrutura da instituição de ensino e desinteresse dos alunos, a determinação e motivação dos professores na ação pedagógica é significativa para o processo educacional.

Palavras-chave: Ensino. Diversidade Vegetal. Biodiversidade.

* Mestranda do Programa de Pós-graduação de Ecologia e Recursos Naturais (PPGERN) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Brasil. E-mail: andrieli.lima14@gmail.com

** Mestre em Recursos Naturais pela Universidade Estadual do Ceará. Brasil. E-mail: viviane.7lemos@gmail.com

*** Doutorando em Ciências Biológicas do programa de pós-graduação em Botânica da Universidade de São Paulo - USP. Professor de Botânica na Universidade Estadual do Ceará na Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu - FECLI, Campus Humberto Teixeira. Brasil. E-mail: a.bruno.edson@uece.br

**** Doutora em Agronomia pela Universidade Federal do Ceará. Professora da Universidade Estadual do Ceará (UECE). Brasil. E-mail: roselita.mendes@uece.br

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i2.12697>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em: 21/06/2021; Aceito em: 27/07/2022

ISSN: 2595-7376

Introdução

Segundo o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, sigla em inglês), cujo último exame foi realizado em 2018, o Brasil está entre os piores países em desempenho em Ciências (SCHLEICHER, 2019). Resultado semelhante ao da avaliação anterior, realizada em 2015 (exame trienal), explicitando a deficiência na aprendizagem de Ciências (MATSUURA, 2016). O déficit de aprendizagem nesta área pode estar associado à forma como os professores apresentam os conteúdos: isoladas, específicas, sem estabelecer conexões interdisciplinares dos assuntos e não aplicando os conceitos (POZO; CRESPO, 2009). Os professores também podem influenciar negativamente ao não apresentarem entusiasmo e empenho no ensino de determinados tópicos do currículo (BIZZO, 2014; SILVA; GHILARDI-LOPES, 2014).

Dentro das Ciências, o estudo da Botânica é orientado no currículo brasileiro visando à importância de se compreender a classificação e organização dos vegetais como um fator importante para a formação do aluno. Devendo ser ministrada de forma não isolada, mas sim relacionando com os aspectos ecológicos e evolutivos (BRASIL, 2016).

O estudo de Biologia tem sido considerado um dos menos atrativos aos estudantes e o assunto de Botânica tem causado muita dificuldade nos alunos (PROKOP; PROKOP; TUNNICLIFFE, 2007). Esta área é considerada pouco atraente, com terminologia muito difícil e com número elevado de organismos estudados (BIZZO, 2014; EDSON-CHAVES *et al.*, 2015; SILVA; FELETTI; OLIVEIRA, 2016). Pode causar problemas na assimilação de conceitos fundamentais, como a dificuldade em identificar as plantas como seres vivos, bem como de as apresentarem, associando-as apenas a partes ou órgãos, como folha e flor, salientando que não entendem completamente o seu funcionamento (SILVA; GHILARDI-LOPES, 2014). Também foram identificadas dificuldades dos alunos em relacionar os vegetais para além das necessidades humanas (MARTINS; GOULART; DINARDI, 2020). Isso evidencia uma visão conceitual fragmentada podendo ser relacionado ao ensino de Botânica.

Para minimizar as dificuldades dos alunos, os professores podem mudar as formas de apresentar o conteúdo, de modo a adotar atividades extras e associar conceitos presentes nas atividades práticas, como por exemplo, jogos (EDSON-CHAVES *et al.*, 2015; COSTA; DUARTE; GAMA, 2019), teatro (MENEGETI;



BUENO, 2010; PINTO; MOREIRA, 2020; EDSON-CHAVES; LEMOS, 2022), paródias (FERREIRA; LIMA; JESUS, 2013; LEMOS *et al.*, 2018), cordel (PIASSI, 2007), modelo didático (ORLANDO *et al.*, 2009; PERINI; ROSSINI, 2019), histórias em quadrinhos, *stopmotion* (EDSON-CHAVES; LEMOS, 2022), oficinas utilizando o laboratório (MATOS *et al.*, 2015; SOUZA; DUQUE; BORIM, 2017) ou outras atividades lúdicas. Os alunos têm preferência por aulas mais explicativas, práticas e em espaços não formais, pois facilitam o aprendizado e despertam o interesse (LEMOS; COSTA; ROCHA, 2015).

Mesmo diante da diversidade de metodologias facilitadoras destacadas na literatura supracitada esse conteúdo permanece negligenciado por grande parte dos professores. A partir disso, o presente trabalho buscou identificar as dificuldades no ensino de assuntos referentes à Botânica por professores de escolas da rede pública de Fortaleza.

Metodologia

A metodologia aplicada tem caráter de pesquisa descritiva e utiliza a técnica do questionário (GIL, 2002; LAKATOS; MARCONI, 2003; BEZZON; CRIVELARO; MIOTTO, 2009). Apresenta abordagem quali-quantitativa, ou seja, uma pesquisa mista (LIMA, 2008; TRÉZ, 2013); quantitativa, por possuir dados mensurados estatisticamente que são analisados e qualitativa por poder se aprofundar na realidade específica (MACEDO, 2000).

O questionário foi aplicado com 26 professores de 17 Escolas Estaduais, distribuídas nas seis Regionais de Fortaleza. Foram selecionadas aleatoriamente a partir da lista de escolas estaduais disponibilizadas no site da Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC)¹.

Inicialmente foi realizada uma conversa informal com os professores de forma a eles compreenderem o intuito da pesquisa, em seguida foi entregue aos mesmos o Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento – TCLE, que preconiza as informações relativas à pesquisa e autoriza a utilização das informações cedidas pelos respondentes. Após concordar com a participação na pesquisa foi entregue o questionário.

Este foi dividido em três etapas: (i) a primeira buscou descrever os professores, quanto a formação e tempo de atuação; (ii) a segunda teve como foco as áreas da

Biologia que os docentes julgavam apresentar mais afinidade para si e para os alunos; e (iii) a terceira focou nas dificuldades enfrentadas pelos docentes no ensino de Botânica, além dos recursos disponíveis e utilizados para ensinar esta área.

A análise quantitativa coletou dados de interesse dos professores em escala (entre Alto e Baixo) e de qualidade do material (entre Excelente e Insatisfatório). Escolhemos essa metodologia pois perguntas mais objetivas podem ser respondidas em escalas de respostas que por sua vez terão maior acurácia e detalhamento na descrição da amostragem. Os resultados foram quantificados e apresentados por meio de estatística descritiva. Para os dados qualitativos usou-se a análise de conteúdo (BARDIN, 2011). Dessa forma, os dados foram transcritos e as informações contidas no texto são agrupadas em categorias que melhor descrevem as respostas e com citações dos professores. As categorias foram divididas em subcategorias e um recorte do discurso. Algumas das questões foram interpretadas por meio nuvem de palavras, esta técnica consiste em destacar as palavras mais frequentes/importantes do discurso de acordo com seu tamanho (BARBOSA *et al.*, 2017, SANTOS; FREITAS, 2017), tal análise foi realizada com o auxílio de uma plataforma online².

Resultados e discussões

Quanto às formações, 25 docentes eram formados em Ciências Biológicas e apenas um licenciado em Química. Dos entrevistados, 23,07% são apenas graduandos; 46,15% especialistas, principalmente nas áreas de Gestão Escolar/Educacional ou Gestão Engenharia Ambiental; em menor quantidade observa-se que 11,53% são mestres de diferentes áreas como: Ciências Fisiológicas, Desenvolvimento e Meio Ambiente e em Educação e 7,69% são doutores nas áreas de Farmacologia e Bioquímica. Quanto ao tempo de atuação, nota-se que a maioria (53,85%) dos docentes leciona a mais de 10 anos.

Embora a grande maioria dos docentes de Biologia sejam licenciados na área, observa-se ainda a presença de profissionais com outras formações, como o licenciado em Química. Isso pode influenciar negativamente o aprendizado (PES, 2019), uma vez que pode existir falta de interesse do docente em ministrar aqueles conteúdos que não sua formação, se percebido pelos alunos, pode torná-los indiferente a disciplina (COSTA; DUARTE; GAMA, 2019).

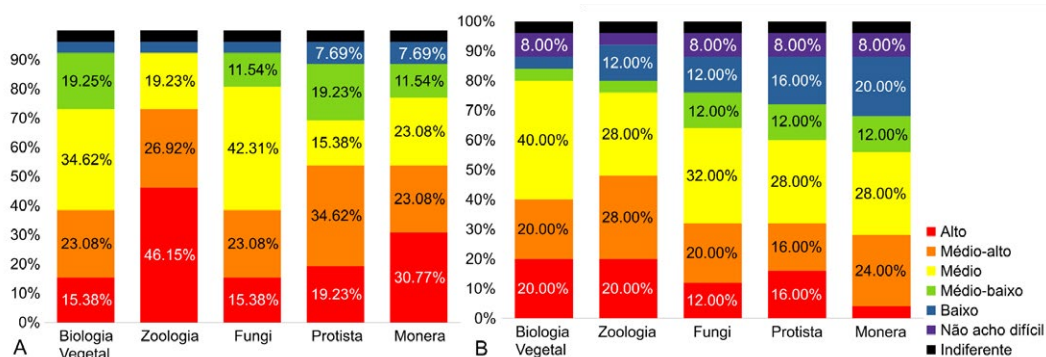


Assim, é importante que professores possuam a qualificação necessária e subseqüente atualização por meio de programas de desenvolvimento profissional (SILVA, 2008). Isso têm mostrado efeito positivo no ensino, mesmo em casos de professores mais experientes (ÖZER *et al.*, 2019). De forma que o professor reflita sua prática (STECANELA, 2015), e busque constante atualização não somente o conteúdo, mas também metodologias e inovações que aquela área apresenta e as formas de tornar o conteúdo mais atrativo.

Análise da aprendizagem dos assuntos de Diversidade biológica

Ao comparar os assuntos da diversidade de seres vivos, a área que foi considerada mais interessante para ser ministrada foi Zoologia, seguido por Monera, Protista, Fungi e, por fim, Biologia Vegetal (Figura 1A). Silva e Ghilardi-Lopes (2014) dizem em sua pesquisa que muitos professores se sentem desconfortáveis com o ensino de Botânica, por esse motivo podem não se dedicarem suficientemente ao ensino. Em situações de conteúdos de menor interesse, os professores devem buscar motivar seus alunos (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016). No entanto, Silva, Guimarães e Sano (2016) apanharam relatos de estudantes brasileiros em situação de professor, não se preocupam com a motivação dos alunos mesmo utilizando aulas práticas, por exemplo.

Figura 1: A. Comparativo de interesse entre as áreas da Diversidade; B. Comparativo do grau de dificuldade com termos específicos das áreas da Diversidade. Foram destacados valores acima de 5%



Fonte: Autores.

Quanto às dificuldades na utilização de termos específicos de cada conteúdo da Diversidade Biológica (Figura 1B), percebe-se uma predominância também para o conteúdo de Zoologia, seguida de Botânica, Protista, Fungi e Monera.

Um dos desafios a serem superados para efetiva aprendizagem de Botânica é a superação da memorização e descontextualização (URSI *et al.*, 2018), mas acreditamos que isso pode ser estendido a todas as áreas da diversidade biológica. Os professores não devem negligenciar a importância da taxonomia como conteúdo de apoio para outros conceitos (SANTOS, 2006), mas também devem incentivar a contextualização do assunto e o protagonismo do aluno (URSI; FREITAS; VASQUEZ, 2021; URSI *et al.*, 2018).

A nomenclatura específica, com muitos termos técnicos e, muitas vezes complexa, é uma das causas do desinteresse dos professores no ensino de Diversidade Vegetal na escola, especialmente no ensino fundamental (BIZZO, 2006). Porém, o mesmo não foi observado com os professores entrevistados neste trabalho. Uma vez que, quando comparados, os resultados demonstram que não aumenta o desinteresse em ministrar uma matéria devido aos termos específicos. Por exemplo, a Zoologia possui termos com alta dificuldade de compreensão (Figura 1B), no entanto, desperta maior interesse nos professores (Figura 2B).

A negligência ou a não preferência no ensino de Botânica é uma atitude particular de cada professor. Visto que professores que têm mais afinidade por Zoologia tendem a dar preferência a exemplos nessa usando animais (URSI; FREITAS; VASQUES, 2021).

Dessa forma, a dificuldade de aprendizagem pode estar relacionada ao interesse pessoal do professor e o consequente empenho em buscar metodologias para facilitar a aprendizagem. A formação de alunos com lacunas no conhecimento em Botânica podem levar a uma futura negligência desse assunto quando alunos de licenciatura em Ciências Biológicas e futuro docente, revelando a existência de um ciclo que deve ser rompido.

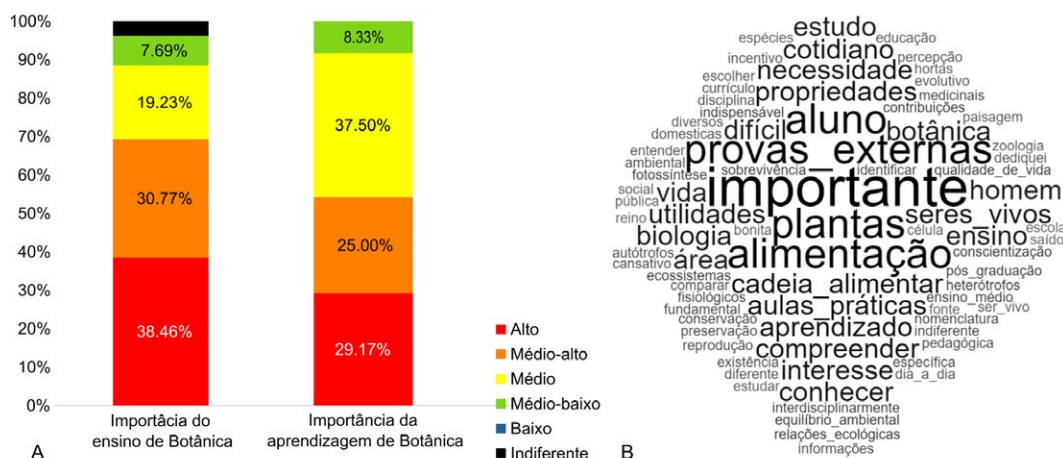
Botânica aplicada às provas ou como conhecimento para vida?

Embora tenham demonstrado baixo interesse pelo conteúdo (Figura 1A), os docentes destacam (38,46%), que os assuntos ligados à Diversidade Vegetal (como é comumente nomeado na escola) têm elevada importância (Figura 2A). Eles re-



lacionam a relevância à propriedade alimentícia e ecológica (Figura 2B), além de facilitar o entendimento de processos evolutivos (Quadro 1). Ao perceber sua importância há grande possibilidade de cativar o aluno e despertar seu interesse, quando destaca esses pontos durante as aulas. Por isso, a proximidade do aluno tem sido relatada como fator importante para o sucesso no ensino desse conteúdo (BIZZO, 2006; SALATINO; BUCKERIDGE, 2016).

Figura 2: A. Percepções dos professores em relação à Botânica; B. Nuvem de palavras a respeito das considerações sobre a atualidade do assunto Diversidade Vegetal resposta daqueles que os consideram atual.



Fonte: Autores.

Por outro lado, os professores relatam dar importância mediana (37,5%) à aprendizagem dos conteúdos de Botânica (Figura 2A). Possivelmente por se preocuparem apenas com as provas externas (ENEM e Vestibulares específicos das universidades). Isso também foi destacado quando os docentes comentam que a Botânica não é importante (36% das respostas) sendo necessário apenas o conhecimento básico para uso em avaliações (Quadro 1).

Ao considerar o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), entre anos de 2009 e 2013, observa-se uma baixa frequência na cobrança dos assuntos relativos à Botânica (GOMES *et al.*, 2021). Todavia, esses conteúdos são importantes para a formação básica do aluno. Um dos primeiros pontos principais para superar os desafios e dificuldades no Ensino de Ciências, é reconhecer a importância para a formação do aluno, já que contribui para a sua compreensão do mundo (BIZZO, 2006; SILVA;

SAMPAIO; COFFANI-NUNES, 2014). De forma, que o foco seja a alfabetização científica (URSI *et al.*, 2018; BUENO; SEDANO, 2020) e aplica os conhecimentos biológicos no cotidiano do estudante (SANTOS; ANGELO; SILVA, 2020).

Quadro 1: Análise dos relatos dos professores a respeito da importância do ensino de Diversidade Vegetal. Quanto às subcategorias entendem-se: A. Compreensão; B. Aprendizado; C. Interdisciplinaridade; D. Currículo.

Categorias	Subcategorias	Citação do docente
Importante (64%)	A - Relacionado a Evolução e classificação dos organismos	<i>Importante relacionada à compreensão sobre os processos evolutivos e adaptativos.</i> Professor 4.
	B - Relacionado ao Meio Ambiente e Ecologia, além dos aspectos de conservação da diversidade	<i>O aprendizado de diversidade vegetal promove a identificação de biomas bem como o seu funcionamento.</i> Professor 22.
Não importante (36%)	C - Assunto pouco interessante e/ou que deve apresentar pouco aprofundamento	<i>Participam mais ativamente no estudo de zoologia.</i> Professor 16 <i>Não é necessário um conhecimento aprofundado.</i> Professor 5
	D - Não apresenta organismos com importância econômica e/ou é pouco cobrado nos exames nacionais.	<i>O número de questões no ENEM em relação a outros conteúdos é menor.</i> Professor 19 <i>Briófitas e pteridófitas apresentam pouca importância econômica.</i> Professor 8

Fonte: Autores.

A educação básica tem um papel importante na aproximação desse conteúdo dos alunos (URSI; FREITAS; VASQUES, 2021). As pessoas que vivem em cidades estão mais afastadas do ambiente natural, lugar onde as crianças estabeleciam os primeiros contatos com os vegetais, o que causa a dificuldade de aprendizado de Botânica (WANDERSEE; SCHUSSLER, 1999; SALATINO; BUCKERIDGE, 2016). Tal fato ressalta a importância da escola e do professor em proporcionar aos alunos o contato e valorização do estudo das plantas.

Apesar da maioria (64%) dos professores perceber a importância desse assunto para o meio ambiente, conservação e ecologia, alguns educadores (36%) não acreditam que a Botânica seja um assunto atual e apontam a falta de relevância econômica. Isso pode estar relacionado à falta de acesso dos professores da educação básica às produções acadêmicas em Ensino de Botânica (SILVA; SAMPAIO;

COFFANI-NUNES, 2014). Sendo assim, é muito importante a divulgação científica como ferramenta para tornar o conhecimento de novas práticas educativas acessíveis aos educadores (FREITAS; URSI, 2021).

Os organismos vegetais são a base da cadeia alimentar, muitas espécies são estruturadoras dos ecossistemas. No entanto, duas em cada cinco espécies de plantas do planeta estão em risco de extinção (ANTONELLI *et al.*, 2020). Além disso, cerca de um décimo das espécies vegetais tem uso imediato para a humanidade (MANCUSO, 2019). Seja para fins medicinais, fibras têxteis, material de construção, alimentação humana ou animal, fonte de energia, venenos, propósitos ambientais; ou mesmo aliado ao valor cultural, visto que em muitas comunidades as plantas possuem uma significação histórica (SALATINO; BUCKERIGE, 2016; SILVA *et al.*, 2017). As plantas são um exemplo de modernidade e complexidade, demonstrando que as mesmas têm muito a nos ensinar (MANCUSO, 2019). Tais aspectos por si só deveriam ressaltar a relevância de se ensinar e aprender Botânica.

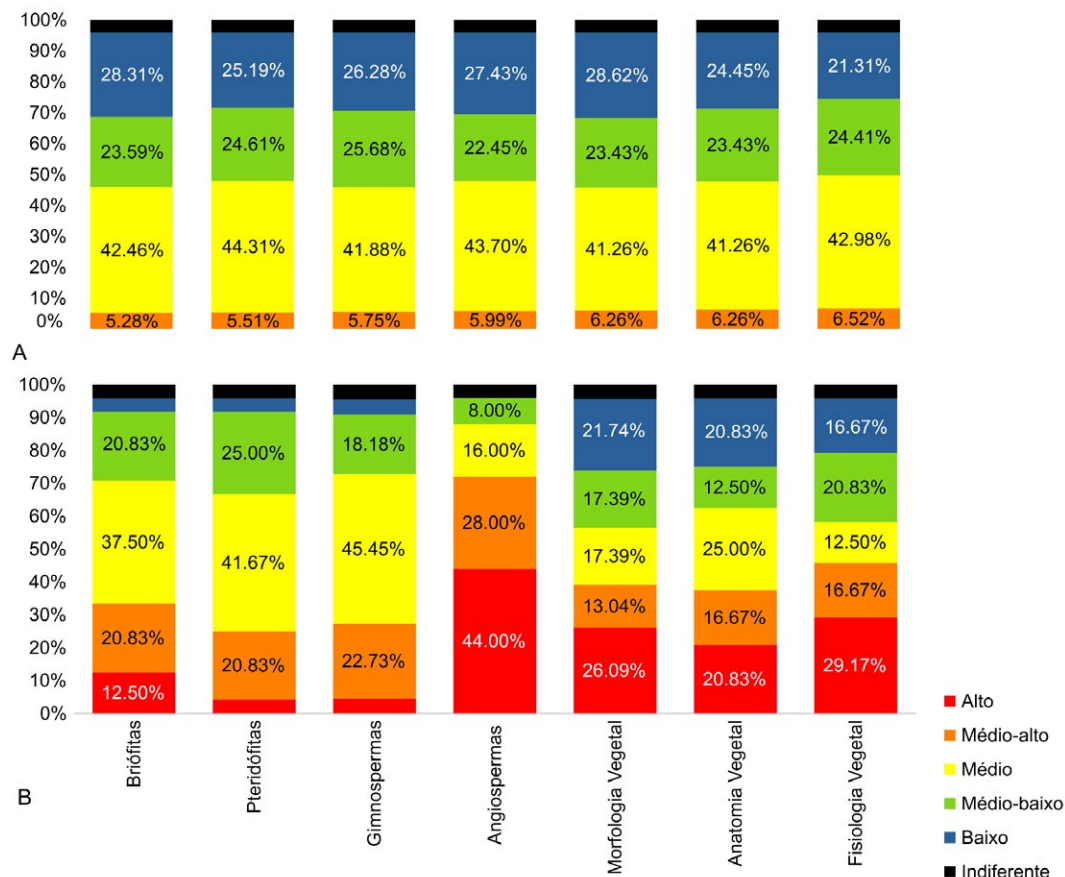
Para Bizzo (2006), os educadores têm a função de contribuir na capacidade de o aluno interpretar o mundo a sua volta, perceber os fatos e entendê-lo. Pode tornar o ensino de fato um processo prazeroso motivando os alunos (POZO; CRESPO, 2009). Bizzo (2014) recomenda entusiasmo e determinação do professor e propõe como estratégia pedagógica projetos para estimular a curiosidade e o interesse dos alunos.

Afinidade do professor a respeito da temática reflete na afinidade do aluno sobre o aluno

De forma geral, a aprendizagem depende de fatores pessoais do aluno assim como o bom relacionamento com professor, seu nível de conhecimento e as estratégias usadas para o ensino (SALVATEIRA, 2019). Mostrando a importância do interesse e empenho do professor em ensinar para que, de fato, se concretize o aprendizado do aluno.

Quanto à afinidade de ministrar os assuntos de Botânica, nota-se que os assuntos que os professores gostam de lecionar são: Angiospermas (44% dos professores têm interesse alto em lecionar este assunto), seguido de Fisiologia Vegetal, Organografia Vegetal (Morfologia e Anatomia Vegetal), Criptógamas (Pteridófitas e Briófitas), por fim as Gimnospermas (Figura 3A).

Figura 3: A. Interesse pessoal dos professores sobre as áreas de Diversidade Vegetal; B. Interesse percebido pelos professores nos alunos sobre as áreas de Diversidade Vegetal



Fonte: Autores.

Conforme os autores Silva, Sampaio e Coffani-Nunes (2014), o baixo interesse em um assunto da Biologia pode intervir na compreensão da sua relevância pelo aluno. Alguns professores mencionaram que mesmo que saibam da importância da Botânica, a escolhiam não ministrar aulas sobre o assunto caso não houvesse tempo. “Acho relativamente importante, mas na escola pública não dá tempo de dar todas as matérias e quando temos que escolher sempre deixo de dar botânica” (Professor 19). Isso reforça o encontrado por Silva e Ghilardi-Lopes (2014) quanto se sentem desconfortáveis no ensino de determinado conteúdo, é normal que os professores não se dediquem ao planejamento e regência da aula. Por tanto, a

afeição por determinado assunto em função de outro pode interferir na aprendizagem dos alunos.

Essa preferência está relacionada a frequência em que aparece no livro didático ou até mesmo a qualidade das explicações nos mesmos (SALATINO; BUCKERIG-DE, 2016). O elevado interesse em ministrar o assunto de Angiospermas, dentre os assuntos de Botânica, é explicado pela proximidade do conteúdo da realidade dos professores e alunos, por serem plantas mais abundantes e estarem mais presentes no cotidiano e nos livros didáticos (MARINHO; SETÚVAL; AZEVEDO, 2015). O conteúdo de Fisiologia Vegetal parece ser bem explorado nos livros didáticos, sendo considerado completo em dois de três livros do Ensino Médio usados no Brasil analisados por Guimarães *et al.* (2020); além disso, permite realizações de atividades práticas e pode ser facilmente contextualizado sendo passível de discutir questões ambientais, como o aquecimento global (FEITOSA, 2017).

De acordo com os docentes, os alunos aparentam ter uma afinidade mediana para todos os conteúdos da Botânica, uma vez que todos os assuntos citados tiveram valores entre 41,26% - 44,31% das respostas nesta categoria (Figura 3B). No entanto, no assunto de Angiosperma parece haver um ligeiro aumento do interesse do aluno sobre influência do alto interesse dos professores neste mesmo assunto.

Dessa forma, os resultados apontam que o assunto de Angiospermas é de maior interesse pelos professores, consequentemente os estudantes também tendem a se interessar mais por ele (Figura 3). Em uma pesquisa com alunos de Ensino Médio, embora muitos não têm interesse em Botânica, ao serem questionados quais as suas preferências pessoais dentro do conteúdo de Botânica sobressaem os assuntos de Briófitas e Pteridófitas, seguido por Morfologia da Flor (ANJOS; MOURA; BIGIO, 2021). O professor deve atuar nos interesses do próprio aluno, ou até mesmo incentivando esses questionamentos e envolver os alunos no próprio processo de aprendizagem (FREITAS; URSI, 2021), e contextualizar o ensino com as questões do cotidiano, como a flora local e vivências da turma (URSI *et al.*, 2018; BERMUDEZ; DÍAZ. LONGHI, 2017). No último tópico deste trabalho citamos algumas estratégias para auxiliar os professores no desafio de aumentar o interesse dos alunos.

Mesmo que os professores também percebem baixo interesse em seus alunos em aprender certos conteúdos (Figura 3B), visto que o questionário foi respondido

apenas pelos docentes, os dados supracitados são relacionados à importância dada pelos mesmos ao assunto durante a formação do aluno (Figura 2A). Desta forma, é possível que eles percebam a importância do assunto como mediana para os alunos porque acreditam que os alunos têm um interesse intermediário, ou vice-versa. Isso pode acabar interferindo no interesse dos mesmos de ministrar as aulas (Figura 3B). Ao passo que podem despertar o interesse e envolver os alunos dependendo da forma que conduz a aula e das metodologias que usa (BASTOS *et al.*, 2004; WARD *et al.*, 2010; SILVA; GHILARDI-LOPES, 2014).

Os professores sobre o fazer pedagógico

Aqui abordamos os relatos dos professores ao realizar o planejamento de suas aulas. Onde relataram atentar principalmente aos alunos (59%), o quanto estão motivados e interessados pelo conteúdo, assim como os conhecimentos prévios. Outro aspecto apontado foram os recursos disponíveis (45%) para aula, como a utilização de livros e materiais didáticos e a carga horária disponível. Com menos frequência (13%) relataram que se preocupam com avaliações externas, como o ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio (Quadro 2).

Ao pensar no planejamento, os professores relataram preocupação, principalmente, de adequar o conteúdo ao nível e interesse da turma (Quadro 2). Corroborando, Luckesi (1997) entende o planejamento importante para se traçar os objetivos do ensino, o que se espera dos alunos e qual a melhor forma de apresentar-lhes o conteúdo. Também, é importante levar em consideração o tempo e os recursos disponíveis (BIZZO, 2006). Assim como foi indicado pelos professores entrevistados nessa pesquisa, o planejamento é voltado principalmente para os alunos, os recursos e os assuntos abordados. Nos tópicos seguintes abordaremos melhor os assuntos: recursos didáticos e dificuldades no ensino.



Quadro 2: Análise das respostas dos professores quanto aos aspectos que foram considerados ao realizar o planejamento das aulas. Os dados passam de 100% pois algumas respostas se enquadram em mais de uma categoria.

Categorias	Subcategorias	Citação do docente
Alunos (59%)	- Alunos - Turma	<i>Nível da turma.</i> Professor 21 <i>Entendimento do aluno.</i> Professor 9
Recurso (45%)	- Livros - Materiais didáticos - Recursos - Dinâmicas - Práticas	<i>Duração da aula, recursos disponíveis.</i> Professor 29 <i>Tentar sempre traduzir a linguagem dos livros apostilas.</i> Professor 10
Assunto (36%)	- Dúvidas frequentes. - Relevância. - Curiosidades e aplicações.	<i>Aplicação na vida dos alunos.</i> Professor 6 <i>Importância dos tópicos abordados.</i> Professor 5
Avaliação (13%)	- Avaliações externas.	<i>Relevância para avaliações externas.</i> Professor 6 <i>Realidade do ENEM</i> Professor 4

Fonte: Autores.

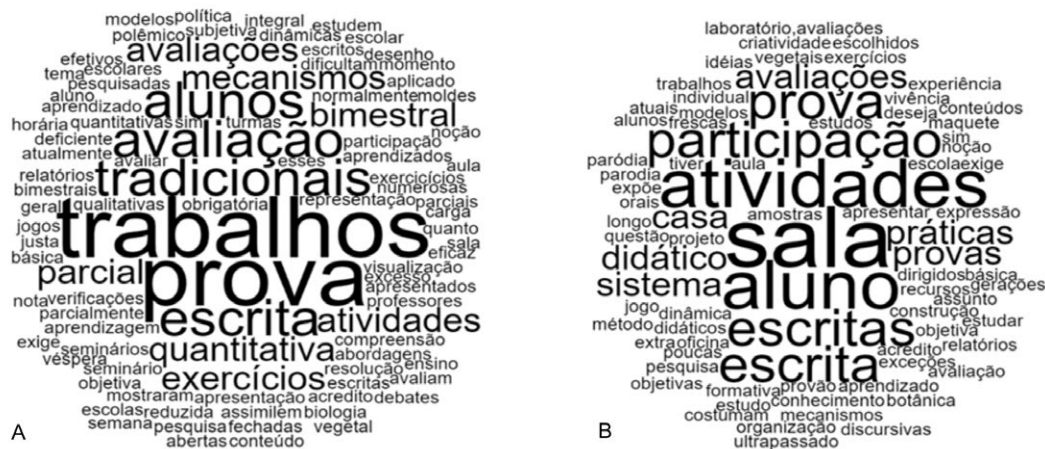
O responsável no sucesso da aprendizagem depende do aluno e da instituição, mas também dos professores (LUCKESI, 1997). Por tanto, o ato de planejar deve estar associado a avaliação envolvendo a participação de professores e alunos. Essa etapa permite que o professor efetive a eficiência da metodologia de ensino naquele momento e trace o melhor caminho para a aprendizagem (STECANELA, 2015).

Contudo, ao planejarem suas aulas, os professores entrevistados quando citam avaliações relatam que se preocupam apenas com as avaliações externas e/ou processos seletivos como acontece com o vestibular e o ENEM (Quadro 2), mostrando pouca atenção à avaliação do próprio fazer pedagógico. Este fato, associado a uma baixa frequência de questões de vestibular de assuntos de Botânica (GOMES *et al.*, 2021), podem os levar a negligenciar a Botânica, uma vez que a escola tem formação voltada para preparação do Vestibular.

Ao serem perguntados de forma mais direta sobre suas formas de avaliação, suas respostas foram direcionadas principalmente às metodologias tradicionais (Figura 4A), onde se destacam provas (avaliações escritas) e trabalhos (escritos). Embora também se destacam outras formas de avaliações (Figura 4B), como participação em sala e trabalhos escritos, atividades em sala e provas discursivas.

O modo de avaliação presente nos relatos se resume a interpretação se o aluno entendeu o conteúdo em trabalhos, provas e avaliações bimestrais (Figura 4A). No entanto, destacamos a importância dos professores avaliarem a sua própria aula com a participação dos alunos. Stecanela (2015) diz que o professor deve assumir uma postura de permanente processo de formação, instigado a refletir suas experiências e melhor organizar seu pensamento. Por tanto, é necessário ouvir as impressões dos alunos, Paranhos, Guimarães e Goldschmidt (2019) relatam a importância da reflexão dos próprios processos de aprendizagem, tornando o aluno um ator na apreensão de conhecimento.

Figura 4: A. Nuvem de palavras de respostas sobre avaliações tradicionais; B. Nuvem de palavras de respostas sobre outras formas de avaliação



Fonte: Autores.

Pozo e Crespo (2009) fazem uma reflexão mais profunda quanto à forma como percebemos o conteúdo e aplicamos nas provas. Classificam o conteúdo em fatos e conceitos, onde o primeiro seria a cópia literal da explicação do professor e/ou livro e, o segundo seria as compreensões e as relações que o aluno faz com conhecimentos anteriores. Para Uno (2009) a avaliação focada em um “nível nominal” é voltada somente na memorização e identificação dos termos e desconsidera a habilidade de relacionar e elaborar as próprias definições.

Em nossa pesquisa muitos professores relataram que as avaliações não levam em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, por isso, não consideram a

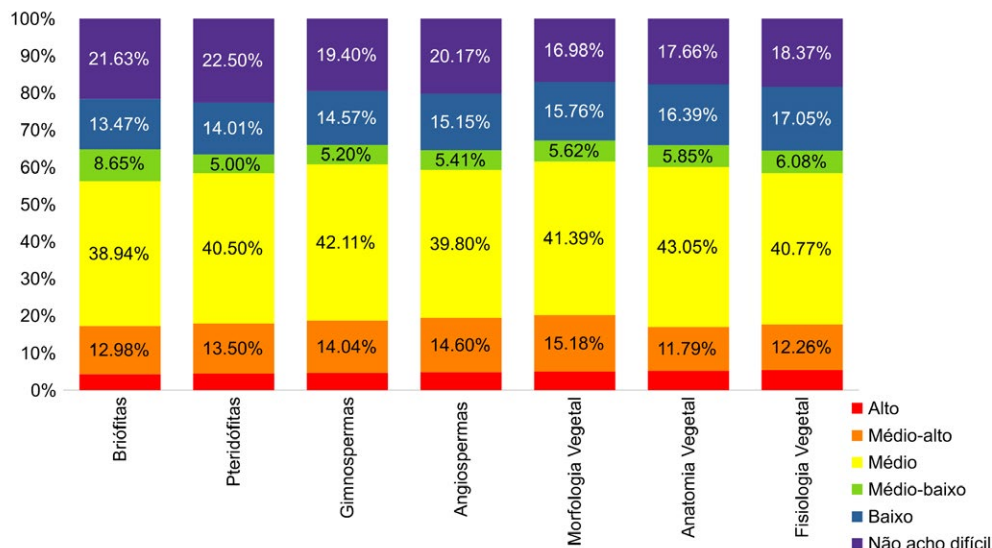
avaliação realizada efetiva. Alguns dos seus relatos são: “Não, pois falta a vivência do aluno sobre o assunto” (Professor 23) e “Não, deixa a desejar principalmente o sistema de questão objetiva, pois os alunos não expressam seu conhecimento” (Professor 27). Desta forma, observa-se que a forma como ensinam e avaliam os alunos está diretamente relacionada na forma como os conteúdos são aprendidos. Por tanto, a avaliação deve ser menos conceitual e mais procedimental (POZO; CRESPO, 2009), isto é, deve levar em consideração conceitos, mas também, a capacidade de fazer experimentações (UNO, 2009). Dessa forma, o conhecimento se torna mais prático e passível de se relacionar com conhecimentos prévios.

Dessa maneira identificamos atenção dos professores voltada para os alunos, recursos e a forma de abordar o assunto. No entanto, não devemos negligenciar a etapa da avaliação. Em avaliações somativas acompanhamos o aprendizado dos alunos e em avaliações diagnósticas permitimos que o aluno avalie a própria prática docente (FREITAS; URSI, 2021). Também, os professores podem usar as informações dos próprios alunos para adequar a aula com o interesse da turma. Por exemplo, alunos do 7º ano relataram que preferem que as aulas de Botânica sejam mais explicativas e com o maior número de práticas (COSTA; ROCHA; LEMOS, 2015).

Além disso, o professor também pode avaliar a forma de aprendizagem dos alunos usando metodologias como o inventário de Kolb (ASSUNÇÃO *et al.*, 2017). A partir dessa informação o docente poderia, na etapa do planejamento, inserir atividades práticas adequadas ao estilo de aprendizagem da turma. Em técnicas do aprendizado ativo, como aulas de laboratório, arguições e demonstrações, há mais espaço para o engajamento e interação dos alunos (FREITAS; URSI, 2021).

As dificuldades no ensino de Botânica

Os professores relataram ter dificuldade mediana (36,00% - 43,05% das respostas) no ensino da Diversidade Vegetal, de forma geral, e nas diferentes áreas da Botânica. Dessas a que apresentam maior dificuldade é Morfologia Vegetal, seguida de Angiospermas e Gimnospermas. As subáreas menos complexas de lecionar são: Fisiologia e Anatomia Vegetal (Figura 5). Nessas mesmas áreas os professores classificaram o interesse identificado por parte do aluno (Figura 3B).

Figura 5: Grau de dificuldade em ensinar

Fonte: Autores.

No que se refere à Morfologia Vegetal, área em que os docentes apresentaram maior dificuldade, Silva, Cavallet e Alquini (2006) identificaram que o currículo de Botânica costuma ser voltado para conteúdos específico, dessa forma, o ensino têm caráter técnico de forma descontextualizada; de modo que, no cotidiano escolar os professores não costumam fazer uma relação direta do conteúdo e a vivência dos alunos.

A forma fragmentada como os conteúdos são apresentados, também, interfere no grau de dificuldade de entendimento dos alunos (POZO; CRESPO, 2009). Como a Morfologia Vegetal é um conteúdo elementar para compreensão de outros, como Anatomia e Fisiologia Vegetal é importante que o professor deixe clara essa relação pois facilita o entendimento do aluno (SILVA; CAVALLET; ALQUINI, 2006). Mattos, Ribeiro e Güllich (2019) apontaram que nas questões dos livros didáticos a correlação dos conteúdos é feita, principalmente, entre Morfologia e Diversidade, assim como entre Anatomia e Fisiologia. No entanto, apesar de não ter sido abordado diretamente nos questionários aplicados, as respostas indicam uma visão fragmentada dos conteúdos de Botânica.

Uma das consequências dessa fragmentação são deficiências na aprendizagem como identificado por Santos e Paula (2014); de forma a exemplificar este fato, os

alunos sabem explicar o processo de fotossíntese, mas confundem com respiração vegetal. Ou seja, sabem definir e explicar o processo da fotossíntese, porém, não entendem sua funcionalidade dentro do metabolismo da planta, algo que não confere uma aprendizagem efetiva e sim, um processo de memorização.

Dentre as dificuldades enfrentadas pelos professores (Figura 6) estão principalmente a “realização de aulas em campo” (13,38%), “alunos não se identificam com o conteúdo” (12,68%) e a “utilização de termos específicos da área” (11,97%).

As aulas de campo permitem maior interação dos alunos com o objeto de estudo, algo que facilita o entendimento de conceitos futuros (SILVA; GHILARDI-LOPES, 2014), auxiliando-os a levantar novas ideias e hipóteses (MARANDINO, 2002; IKEMOTO, 2007). Embora apresente como principais problemáticas o comportamento dos alunos, questões financeiras da escola que muitas vezes não disponibilizam suporte e pela incerteza de visitar um lugar e não saber o que irá encontrar (FARIA; JACOBUCI; OLIVEIRA, 2011).

Figura 6: Possíveis causas da dificuldade para ensinar Biologia Vegetal segundo os professores (dados percentuais).



Fonte: Autores.

É possível que estes motivos tenham levado os docentes a informar que sentem dificuldades na realização desse tipo de atividade. Aulas em espaços não formais convidam o público a interagir, conhecer e aprender (MARANDINO, 2002). Ao exemplo de aulas em parques, onde o professor incentiva a escrita das funções e desenho das estruturas de plantas a partir de observações em espaço aberto (SANTANA,

2018). Também, levantamento florístico de praças, parques e ruas próximo a escola (IKEMOTO, 2007), em outro trabalho essas informações foram vinculadas a um website, disponível para consulta (BRASIL-PEIXOTO *et al.*, 2021). Além disso, os professores também podem simular a experiência da sala de aula proporcionando práticas com fragmentos de plantas, livros e imagens (SANTOS; MACEDO; CHAGAS, 2018). Essas são algumas possibilidades que demandam pouco investimento em deslocamento e podem ser realizadas em substituição da aula de campo.

A falta de estrutura também é de fato um problema no ensino, muitas escolas não dão suporte para realização de práticas e aulas de campo. Mas, existem outras formas de motivar o aluno, permitindo que o aluno se aprofunde em conhecimento que lhe é de interesse (BIZZO, 2014), por exemplo, o assunto “plantas carnívoras” foi usado para que os alunos entendessem o funcionamento da planta, pesquisas na área de nutrição, reprodução e fisiologia vegetal. Além de outras metodologias que não necessitam do deslocamento do espaço da escola como jogos que podem ser usadas em sala de aula (EDSON-CHAVES *et al.*, 2015; COSTA; DUARTE; GAMA, 2019), oficinas (EDSON-CHAVES *et al.*, 2020), feira de ciências (DIAS *et al.*, 2020) e aulas em espaços não-formais, como parques (IKEMOTO, 2007; FARIA; JACOBUCI; OLIVEIRA, 2016). Ou até mesmo no jardim da própria escola (MACHADO, 2016). No tópico seguinte são citadas outras metodologias adotadas por professores.

Na segunda opção mais indicada pelos docentes (Figura 6), o fato do aluno não se identificar com o conteúdo pode ser causado pela “cegueira botânica”, que se refere ao desconhecimento e não reconhecimento da importância dos vegetais para a biosfera (WANDERSEE; SCHUSSLER, 1999) ou reflexo do próprio desinteresse do docente (Figura 1). Sabendo disso, os cursos de formação de professores devem ter a função de formar profissionais capazes de motivar os alunos usando as estratégias adequadas (SALATINO; BUCKERIGE, 2016), além de focar no direcionamento e adaptação dos conteúdos aos interesses e habilidades do aluno (URSI; FREITAS; VASQUES, 2021). De forma que os professores se sintam seguros em ensinar Botânica, e sejam capazes de cativar os alunos (URSI; FREITAS; VASQUES, 2021).

A falta de interesse do aluno, a terminologia científica também foi apontada como causa da dificuldade para ensinar Biologia Vegetal (ver tópico deficiência dos assuntos ligados à Diversidade Biológica). Esse assunto está dentro do conteúdo de taxonomia e sistemática. O ensino deste conteúdo deve ser aliado à observação, ordenação e sistematização das informações das espécies vegetais (SANTOS, 2006). Por

tanto, o professor, ao ensinar deve estabelecer conexões do conteúdo com vivências dos próprios alunos e outras áreas da Botânica, dessa forma pode ser simplificada, para facilitar o entendimento do aluno (BIZZO, 2006; SANTOS, 2006).

Por fim, os professores não relataram “a falta de materiais para estudar em casa” como uma dificuldade em ensinar Botânica, possivelmente porque há a utilização do livro didático. Este material é um dos recursos mais usuais no ensino de Ciências para consulta dos alunos (MARINHO; SETÚVAL; AZEVEDO, 2015). Seu uso também é amplo entre os professores, principalmente no planejamento das aulas (BEZERRA; SUESS, 2013). No entanto, o uso desse recurso está longe de ser completo para todos os conteúdos (GUIMARÃES *et al.*, 2020).

Por isso, os professores podem e devem diversificar as opções de estudos em casa; neste sentido, cabe ao docente incentivar o uso de recursos tecnológicos como aplicativos e sites que suplementam a utilização do livro didático para consulta (NEGRÃO *et al.*, 2016), bem como incentivar a percepção do ambiente natural por meio de questionamentos advindos das observações e do contato dos alunos com a natureza, que pode ser dentro do próprio ambiente doméstico. Outras metodologias para ensino e o livro didático são abordados no tópico seguinte.

Estratégias pedagógicas adotadas pelos professores

Quando perguntados sobre os métodos utilizados para aproximar os alunos do conteúdo de Botânica (Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas, Angiospermas, Anatomia e Fisiologia Vegetal), os professores apontaram quatro categorias de respostas (Quadro 3). Dentre elas, a estratégia mais utilizada foram práticas como experiências em sala de aula, utilização do laboratório e material *in natura* (52%) e a menos utilizada foram recursos como vídeos, quadro e o livro didático (16%).

Em geral, os professores têm preferência pela aula expositiva, devido à quantidade mínima de recursos, mas essa metodologia é apontada como enfadonha pelos alunos (PRIGOL; GIANNOTTI, 2010). Apesar de não serem muito recorrentes, teatro (MENEGETI; BUENO, 2010; PINTO; MOREIRA, 2020), paródia (FERREIRA; LIMA; JESUS, 2013; LEMOS *et al.*, 2018), cordel (PIASSI, 2007; DIAS *et al.*, 2020) e modelo didático (ORLANDO *et al.*, 2009; PERINI; ROSSINI, 2019), são instrumentos eficazes do ensino de Biologia. Pois ao apresentar o conteúdo de

maneira lúdica pode-se estimular a aprendizagem de forma leve e natural (EDSON-CHAVES *et al.*, 2015).

Efetivamente os alunos relatam que se sentem mais motivados em aula de Botânica quando há jogos, gincanas e/ou também fazem o uso do computador (LEMONS; COSTA; ROCHA, 2015). Quanto a isto, atividades lúdicas (como apontado no parágrafo anterior) e uso de recursos tecnológicos a muito tempo se mostram importantes no ensino de Ciências (MARANDINO, 2002; NEGRÃO *et al.*, 2016). Ainda assim, a modernização do ensino tornou-se mais urgente diante do isolamento social como medida de prevenção da propagação do coronavírus (FUZEIRA, 2020). Sendo assim, os professores podem fazer o uso de recursos tecnológicos como vídeos, que tornam a aula mais interativa e mantém a atenção do aluno (BARBOSA; MACEDO; URSI, 2016), e/ou aplicativos, que podem aproximar o contato com as plantas através do celular (SOUZA, 2017; PINHEIRO, 2019).

Os professores aqui entrevistados também relataram que usam de diferentes abordagens para aproximar o conteúdo dos alunos (Quadro 3). A abordagem cognitiva tem se mostrado fundamental para que o aluno desenvolva o senso crítico e reflexão por meio do diálogo e discussão entre os colegas (MARANDINO, 2002; MARTINS; GOULART; DINARDI, 2020). Um exemplo deste tipo de abordagem é o uso de uma sequência didática, cuja interação em grupo permite que os alunos construam, de forma dinâmica, definições relacionadas à Botânica (MOUL; SILVA, 2007). Dessa forma, ao fazer o uso dessa metodologia no ensino estimulamos a argumentação e a formação de opinião, para isso eles se apoiam e se apropriam dos conceitos e explicações do conteúdo abordado (MARANDINO, 2002).

A forma como abordam o conteúdo (Quadro 3) foi o segundo método mais utilizado pelos professores para aproximar o conteúdo do aluno (40%). Como foi expresso pelos professores entrevistados nessa pesquisa, é importante conectar os conhecimentos teóricos aos saberes do cotidiano. No entanto, no caso da Botânica, é importante aumentar o contato dos alunos com a flora local, para minimizar o efeito da “cegueira botânica” (BERMUDEZ, DÍAZ; LONGHI, 2017). O método da aprendizagem ativa pressupõe que o próprio aluno seja o protagonista do seu processo de aprendizagem (FREITAS; URSI, 2021), por tanto, as atividades devem favorecer não somente a interação entre os alunos e a natureza, mas também devem ter caráter reflexivo levando o aluno ao contato com problemáticas do cotidiano (MARTINS; GOULART; DINARDI, 2020).



Quadro 3: Métodos para aproximar o conteúdo dos alunos. Os dados passam de 100% pois algumas respostas se enquadram em mais de uma categoria.

Categoria	Subcategoria	Citação do docente
Práticas (52%)	- Experiências em sala. - Material <i>in natura</i>. - Laboratório	<i>Como a prática inicial de feijão no algodão molhado.</i> Professor 2 <i>Trazer exemplos palpáveis das plantas.</i> Professor 15
Abordagem (40%)	- Interdisciplinaridade. - Contextualização. - Importância ecológica, ambiental e econômica.	<i>Sempre tentar relacionar os assuntos a importância ecológica e importância econômica.</i> Professor 7 <i>Através da exposição de situações cotidianas.</i> Professor 14
Espaço não formal (40%)	- Visita a campo. - Práticas laboratoriais.	<i>Eu acho que a melhor forma é através de aulas de campo para mostrar a importância ecológica.</i> Professor 24.
Recursos (16%)	- Vídeos. - Quadro - Exposição - Livro	<i>Apresentando vídeos (documentários).</i> Professor 1 <i>Utilização de recursos tecnológicos.</i> Professor 20

Fonte: Autores.

O livro didático, também, é um recurso didático muito usual no ensino de Ciências tanto para consulta dos alunos quanto dos professores (MARINHO; SETÚVAL; AZEVEDO, 2015). Quanto a este recurso, nas escolas entrevistadas são usados os seguintes títulos: Biologia Hoje (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2013), Novas Bases da Biologia (BIZZO, 2013), Bio (LOPES; ROSSO, 2013), Biologia (MENDONÇA, 2013), Biologia em contexto (AMABIS; MARTHO, 2013) e a Apostila da Coleção Viver e Aprender (SCRIVANO *et al.*, 2013).

No que se refere aos assuntos ligados à Biodiversidade, os livros foram classificados entre excelente e insatisfatório (Figura 7A), onde nenhuma das áreas foi classificada como excelente. Biologia Vegetal, foi classificado predominantemente Bom (43,48% das respostas) e dentre as áreas analisadas foi a que teve maior percentual na categoria Ótimo (21,74%). Sartin (2012) explica que para analisar um livro didático depende da formação científica e pedagógica de cada profissional, mas independente disso o professor não deve se limitar somente ao livro e sim buscar adequá-lo.

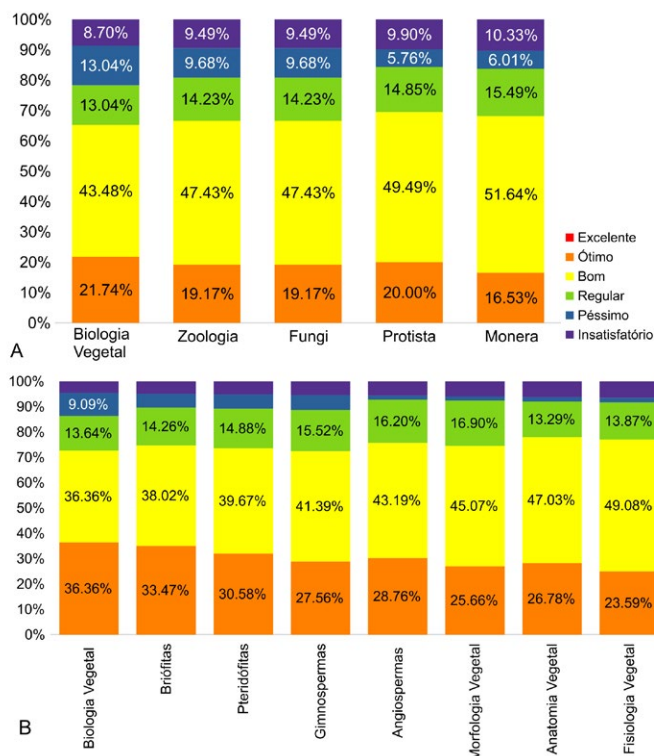
Bizzo (2006) reconhece as dificuldades dos discentes e docentes com os livros didáticos mesmo com a avaliação feita previamente pelo Ministério da Educação. Existem formas de driblar essas dificuldades, seria adequar o material disponível de acordo com a realidade. Não abdicar da utilização do livro, mas adequar a ordem

dos conteúdos, utilizar outras ferramentas impressas para acrescentar, ou melhor, ilustrar as informações contidas no livro.

No que se refere mais diretamente à qualidade das explicações dos conteúdos de Botânica, percebe-se que a maioria dos docentes consideraram as explicações de Angiospermas e Diversidade Vegetal a de melhor qualidade; por outro lado, Anatomia, Morfologia e Fisiologia Vegetal são menos satisfatórias em relação às demais áreas da Biologia Vegetal (Figura 7B).

Os conteúdos de Anatomia são menos abordados em livros didáticos em relação à Classificação e Morfologia Vegetal (LIMA; GULLICH, 2020). O conteúdo não apresenta apresentação aprofundada, no entanto, o livro estabelece relação com o conteúdo de Fisiologia (MATTOS; RIBEIRO; GÜLLICH, 2019). Também é possível estabelecer conexões entre os conteúdos de Fisiologia, Morfologia e Anatomia durante a explicação de assuntos como a Fotossíntese (MARINHO; SETÚVAL; AZEVEDO, 2015).

Figura 7: A. Análise do livro didático quanto à qualidade das explicações dos assuntos ligados à Biodiversidade. B. Análise da qualidade das explicações dos conteúdos de Biologia vegetal no livro didático.



Fonte: Autores.

A abordagem do conteúdo de Morfologia Vegetal é tido como “boa” pelos professores (Figura 7A). No entanto, segundo Mattos, Ribeiro e Güllich (2019), este conteúdo apresenta baixo número de páginas e não está presente em muitos livros comumente adotados no Brasil. Nesse conteúdo, o livro aborda melhor órgãos como folha, flores e caule, ou seja, foca principalmente nas angiospermas (MARINHO; SETÚVAL; AZEVEDO, 2015; LIMA; GULLICH, 2020). O foco menor é dado às Criptógamas e Gimnospermas (MARINHO; SETÚVAL; AZEVEDO, 2015), o que pode levar a lacunas na aprendizagem.

Por exemplo, ao fazer relações entre os grupos, ao lembrar que pteridófitas não possuem folhas verdadeiras e sim fronte, ou as gimnospermas não possuem flores verdadeiras e sim estróbilos, por isso possuem sementes nuas. Dessa forma, além de falar de morfologia se firma as definições das divisões das plantas. Ratificando o que foi salientado por Hülsendeger (2006), a necessidade da interdisciplinaridade para tornar os conteúdos mais visíveis, menos mecanicistas.

Considerações finais

A respeito do Ensino de Botânica muito se fala do aluno, mas, os professores devem ser ouvidos e entendidos, visto que são de crucial importância, e devem estar constantemente se atualizando e avaliando sua prática. A qualidade das explicações e aulas está diretamente ligada à motivação que se tem para com essa. Ao perceber a importância da Botânica como um todo, a prática docente não se torna algo sem sentido, sendo capaz de cativar os estudantes.

Nesta pesquisa encontramos que a deficiência de aprendizagem dos alunos pode estar relacionada ao desinteresse em ensinar aquela matéria. Os professores se sentem desmotivados a lecionar por enfrentarem problemas estruturais (p. ex. dificuldade de realizar campos e materiais desatualizados), epistemológicos (p. ex. complexidade do conteúdo e a utilização de termos específicos) e comportamentais (p. ex. indisciplina e falta de interesse dos alunos). Essa conduta denuncia um ciclo de desinteresse por esse conteúdo que parte dos cursos de formação de professores e reverbera sobre o fazer pedagógico na escola, que demanda habilidade de solucionar os diferentes problemas enfrentados.

Diante das questões ambientais, como o aumento crescente das queimadas em diversos biomas brasileiros, a extinção de espécies vegetais, as mudanças climáticas,

a pandemia de COVID-19 e da forma como enxergamos nossas riquezas, qual o papel do professor ao abordar temas como Botânica em sala? Antes de tudo, o professor deve perceber dentro da história a importância do conhecimento que vêm sendo acumulado a respeito do estudo dos vegetais para que possa cativar os estudantes a observar essa relevância na sua vida. A educação também forma cidadãos capazes de pensar soluções e agir diante de questões ambientais e sociais.

Assim, os cursos de formação docente e os próprios professores devem buscar recursos e metodologias para cativar o aluno no ensino de Botânica como uma parte fundamental para entender as questões atuais e tecer as interligações necessárias para que os conteúdos adquiram significados efetivos. De forma que, no fazer pedagógico, os professores busquem metodologias para facilitar o ensino, aqui apontadas no último tópico.

Quanto ao fazer pedagógico identificamos também a negligência de atenção ao processo de avaliação em suas aulas e uma atenção voltada majoritariamente para avaliações externas. Mesmo que o processo de avaliação seja importante para a aprendizagem (avaliações formativas) e forneça um retorno do êxito da ação pedagógica (avaliação diagnóstica), é necessário também utilizar metodologias e formas de aprendizagem que os alunos se identifiquem garantindo uma aprendizagem mais efetiva, o que vai além dos processos avaliativos formais.

The problem of teaching botany: point of view of basic education teachers

Abstract

This research aimed to investigate the difficulties related to the teaching of Botany encountered by Biology teachers in twenty-six public schools distributed in the city of Fortaleza, Ceará. The data were obtained by means of interviews, using a qualitative and quantitative questionnaire. The difficulties faced in teaching are between doing the field class, the student's lack of interest and terminology. However, the specific terms are not necessarily related to the lack of interest in the area, since Zoology, even though it is considered to have more difficult terms, is still the subject of greater interest. The vast majority (42.31%) have an average interest in Plant Biology, even though they perceive it to be a very important subject. As for teaching, the teachers consider it less important for the students (29.17%) because they believe that it is little covered in external evaluations and does not arouse interest, which is reflected in the students' learning. Among the contents that most arouse the interest of teachers is Angiosperms, which can be explained by the fact that the textbook is organized in such a way as to favor this subject. On the other hand, plant morphology is considered more difficult to teach because it is very in-depth



and students tend to have difficulties learning the necessary concepts. Despite the several difficulties in basic education, such as the lack of infrastructure in the educational institution and the students' lack of interest, the determination and motivation of the teachers in their pedagogical action is significant for the educational process.

Keywords: Teaching. Plant Diversity. Biodiversity.

Notas

¹ Disponível em: [http://www.apeoc.org.br/extra/Escola Estaduais Endereços.pdf](http://www.apeoc.org.br/extra/Escola%20Estaduais/Endereços.pdf). Acesso em: 07 ago. 2022

² Disponível em: <https://www.wordclouds.com/>. Acesso em: 07 ago. 2022.

Referências

- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia em contexto**. São Paulo: Moderna, 2013.
- ANJOS, C. B.; MOURA, O. S.; BIGIO, N. C. A percepção do ensino de botânica no ensino médio. **Revista Educação e Humanidades**, v. 2, n. 2, p. 609-631, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/reh/article/view/8586>. Acesso em: 23 abr. 2021.
- ANTONELLI, A. *et al.* **State of the world's plants and fungi**. Londres: Royal Botanic Gardens (Kew); Sfumato Foundation, 2020. 100 p. Disponível em: <https://www.kew.org/sites/default/files/2020-09/Kew%20State%20of%20the%20Worlds%20Plants%20and%20Fungi.pdf>. Acesso em: 23 maio 2021.
- ASSUNÇÃO, T. V. *et al.* Inventário de estilos de aprendizagem de Kolb: estudos iniciais sobre a importância da identificação dos estilos de aprendizagem de alunos de graduação. *In: Congresso Internacional de Tecnologia na Educação*, 16., 2017, Recife. **Anais...** Recife: [S. l.], 2017.
- BARBOSA, M. D. *et al.* “Caiu, tchau e bença”: os sentimentos, comportamentos e soluções de idosos após a queda em residências unipessoais. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde**, v. 11, n.3, p. 1-16, 2017. DOI: <https://doi.org/10.29397/reciis.v11i3.1266>.
- BARBOSA, Pércia Paiva; MACEDO, Marina; URSI, Suzana. Uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no ensino contextualizado de “fotossíntese”: uma proposta para o Ensino Médio. Maringá: **SBEnBio**. Disponível em: <http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/renbio-9/pdfs/1903.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2022. 2016
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: edições 70, p. 225, 1977.
- BASTOS, F. *et al.* Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem em ciências: revisitando os debates sobre construtivismo. *In: NARDI, R., BASTOS, F., DINIZ, R. E. S. (Org.). Pesquisas em ensino de ciências: contribuições para a formação de professores*. São Paulo: Escrituras, p. 9-55, 2004.
- BEZZON, C. L.; CRIVELARO, P. L.; MIOTTO, B. L. **Guia prático de monografias, dissertações e teses: elaboração e apresentação**. Campinas: Alínea, 2009. 73 p.
- BERMUDEZ, G. M. A.; DÍAZ, S.; LONGHI, A. L. Native plant naming by high-school students of different socioeconomic status: implications for botany education. **International Journal of Science Education**, v. 40, n. 1, p. 46-66, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1397297>.

BEZERRA, R. G.; SUESS, R. C. Abordagem do bioma cerrado em livros didáticos de biologia do ensino médio. **Holos**, v. 1, p. 233-242, 2013. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2013.1289>.

BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo: Ática, 2 ed., 2006.

BIZZO, N. **Biologia novas bases**. São Paulo: IBEP, 2013.

BIZZO, N. M. V. **O método dos projetos: o entusiasmo no ensino de botânica**. São Paulo, E-aulas USP, 2014. Disponível em: <<http://www.eaulas.usp.br/portal/video.action?idItem=5760&idVideoVersion=6665>>. Acesso em: 26 abr. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2016.

BRASIL-PEIXOTO, S. N. R. et al. Criação de um herbário virtual como recurso didático para o ensino de Botânica. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11920>.

BUENO, T. B.; SEDANO, T. A Alfabetização Científica Inerente à Formação de Professores: o que dizem as pesquisas quanto às perspectivas para o Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v.3, n. 2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5335/rbecm.v3i2.10481>.

COSTA, E. A.; DUARTE, R. A. F.; GAMA, J. A. G. A gamificação da botânica: uma estratégia para a cura da “cegueira botânica”. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 2, n. 4, p. 79-99, 2019. DOI:10.36661/2595-4520.2019v2i4.10981.

EDSON-CHAVES, B. et al. Ludo vegetal: uma alternativa para a aprendizagem de botânica. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 13, n. 3, p. 194-200, 2015. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/3372>. Acesso em: 26 abr. 2021.

EDSON-CHAVES, B. et al. Circuito dos reinos: uma proposta alternativa para o ensino de ciências. In: SILVA, A. J. N. (Org.) **Educação: atualidade e capacidade de transformação do conhecimento gerado 1**. Ponta Grossa, PR: Atena, p. 59-74, 2020. DOI: 10.22533/at.ed.8382020086.

FARIA, R. L.; JACOBUECCI, D. F. C.; OLIVEIRA, R. C. Possibilidades de ensino de botânica em um espaço não-formal de educação na percepção de professoras de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, p. 87-103, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172013130107>.

FERREIRA, G.; LIMA, M. M. C.; JESUS, R. S. **Paródias como estratégia no ensino de biologia com mediação tecnológica**. Salvador: EMITEC/SEC, p. 1-10, 2013.

FEITOSA, T. A. **Aulas práticas-experimentais como instrumento facilitador no ensino de Fisiologia Vegetal**. 2017. 83f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2017.

FREITAS, K. C.; URSI, S. Aprendizado ativo: conceito, história e práticas. In: VASQUES, D. T. (Org.). **Aprendizado ativo no ensino de botânica**. São Paulo: Instituto de Biociências/ Universidade de São Paulo, 2021. p. 1-172.

FUZEIRA, V. **Pandemia acentua o abismo na educação, mas favorece a modernização do ensino**. Disponível em: <https://www.metropoles.com/brasil/educacao-br/pandemia-acentua-a-bismo-na-educacao-mas-favorece-modernizacao-do-ensino>. Acesso em: 28 nov. 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar um projeto de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GUIMARÃES, L. L. et al. Fisiologia vegetal: uma comparação do conteúdo de três livros didáticos de biologia do ensino médio. In: LEMOS, J. R. (Org.). **Os percursos da botânica e suas descobertas**. Ponta Grossa: Atena, 2020. p. 138-158.

GOMES, N. F. *et al.* A botânica nos vestibulares da UECE e do ENEM de 2004-2013. In: EDSON-CHAVES, B. *et al.* (Orgs.). **Contextualizando o ensino de botânica e ecologia**. Ponta Grossa: Atena, 2021. p. 1-71.

HÜLSENDEGER, M. J. V. C. **A importância da família no processo de educar**. 2006. Disponível em: <http://www.espacoacademico.com.br>. Acesso em: 26 abr. 2021.

IKEMOTO, E. **Espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas do Parque Taquaral (Campinas, SP): subsídios para atividades de ensino não-formal de botânica**. 2007. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

LEMO, V. D. O. T *et al.* Paródias como facilitador no processo ensino-aprendizagem de anatomia vegetal no ensino superior. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 6, n. 2, p. 53-61, 2018. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/4012>. Acesso em: 26 abr. 2021.

LEMO, J. R.; COSTA, R. M. V.; ROCHA, L. D. A. Botânica: dificuldades de aprendizado dos alunos de 7º ano em escolas da rede municipal de Santa Quitéria, Maranhão. **Acta Tecnológica**, v. 10, n. 1, p. 73-79, 2015. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.ifma.edu.br/index.php/actatecnologica/article/view/312>. Acesso em: 26 abr. 2021.

LIMA, M. C. **Monografia: a engenharia da produção acadêmica**. São Paulo: Saraiva, 2008.

LIMA, V., GÜLLICH, R. I. C. Livros didáticos e o ensino de botânica. In: Encontro Nacional de Educação, 21., 2020, Ijuí. **Anais...** Ijuí, RS: ENACED/SIEPEC, 2020.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia hoje**. São Paulo: Ática, 2013.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Bio**. São Paulo: Saraiva, 2013.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar**. São Paulo: Cortez, 1997.

MACEDO, R. S. **A etnopesquisa crítica e multirreferencial nas ciências humanas e na educação**. Salvador: EDUFBA, 2000.

MACHADO, A. B. **Jardim escolar no ensino de botânica: uma experiência teórico-prática**. 2016. 97f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2016.

MANCUSO, S. **Revolução das plantas: um novo modelo para o futuro**. São Paulo: Ubu, 2019.

MARANDINO, M. **Tendências teóricas e metodológicas no ensino de ciências**. São Paulo: USP, 2002. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=231282>. Acesso em: 17 abr. 2021.

MARINHO, C. L.; SETÚVAL, R. A. F.; AZEVEDO, O. C. Botânica geral de angiospermas no ensino médio: uma análise comparativa entre livros didáticos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 3, p. 237-258, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v20n3p237>.

MARTINS, J. L.; GOULART, S. A.; DINARDI, A. J. The Teaching of Botany at the basic education: perceptions and analysis of a teaching strategy. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3173>.

MATOS, G. M. A. *et al.* Recursos didáticos para o ensino de botânica: uma avaliação das produções de estudantes em universidade sergipana. **Holos**, v. 5, p. 213-230, 2015. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2015.1724>.

MATTOS, K. R. C.; RIBEIRO, W. A.; GÜLLICH, R. I. C. Análise do conteúdo de botânica nos livros didáticos de biologia do ensino médio. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 15, n. 34, p. 210-224, 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8091947>. Acesso em: 19 abr. 2021.

MATSUURA, S. Ensino de ciências no Brasil está entre os piores do mundo. **O globo**, Rio de Janeiro, 2016, Seção Educação.

MENDONÇA, V. L. **Biologia**. São Paulo: AJS, 2013.

MENEGHETTI, M.; BUENO, C. M. Ação e aprendizagem: o teatro como facilitador da socialização na escola. **Revista de Psicologia**, v. 22, n. 1, p. 187-204, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-02922010000100014>.

MOUL, R. A. T. M.; SILVA, F. C. L. A construção de conceitos em botânica a partir de uma sequência didática interativa: proposições para o ensino de Ciências. **Revista Exitus**, v. 7, n. 2, p. 262-282, 2017. DOI: <https://doi.org/10.24065/2237-9460.2017v7n2ID313>.

NEGRÃO, F. C. *et al.* Livros didáticos uma análise a partir das tendências em educação e ensino de ciências. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, 2016. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/241>. Acesso em: 17 abr. 2021.

ORLANDO, T. C. *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**, v. 7, n. 1, p.1-17, 2009. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Biologia/Artigos/modelos_didaticos.pdf. Acesso em: 17 abr. 2021.

ÖZER, F. *et al.* The ultimate beneficiaries of continuing professional development programs: Middle school students' nature of science views. **Research in Science Education**, p. 1-26, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9824-1>.

PARANHOS, R. D.; GUIMARÃES, S. S. M.; GOLDSCHMIDT, A. I. A centralidade do estatuto conceitual do conhecimento biológico. Um obstáculo epistemológico para o ensino da Biologia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 1, p. 70-87, 2019. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen19/REEC_19_1_4_ex1305.pdf. Acesso em: 17 abr. 2021.

PERINI, M.; ROSSINI, J. Aplicação de modelos didáticos no ensino de biologia floral. **InterSciencePlace**, v. 13, n. 3, p. 58-71, 2019. Disponível em: <http://www.interscienceplace.org/isp/index.php/isp/article/view/769>. Acesso em: 17 abr. 2021.

PES, C. D. S. **Conhecimento pedagógico do conteúdo em Botânica**: desafios para a formação na Educação Básica. 2019. 208f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Franciscana, Santa Maria - RS, 2019.

PIASSI, L. P. C. **Contatos**: a ficção científica no ensino de ciências em um contexto sociocultural. 2007. 453f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PINHEIRO, R. F. **A aula passeio de Freinet e recursos tecnológicos como estratégias para o ensino de botânica na Floresta Nacional de Pirai do Sul**. 2019. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

PINTO, G. A.; MOREIRA, L. M. O teatro na pesquisa em ensino de ciências. **Revista Areté-Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 12, n. 26, p. 126-141, 2020. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/1667>. Acesso em: 17 abr. 2021.



POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** Porto Alegre: Artmed, v. 5, p. 296, 2009.

PRIGOL, S.; GIANNOTTI, S. M. A importância da utilização de práticas no processo de ensino-aprendizagem de ciências naturais enfocando a morfologia da flor. *In: Simpósio Nacional de Educação*, 1. 2010, Fortaleza. **Anais ...** Fortaleza/CE: ENEBIO/EREBIO, 2010. p. 1603-1612.

PROKOP, P.; PROKOP, M.; TUNNICLIFFE, S. D. Is biology boring? Student attitudes toward biology. **Journal of biological education**, v. 42, n. 1, p. 36-39, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1080/00219266.2007.9656105>.

SANTANA, J. M. **A utilização do espaço não formal (praça) para o desenvolvimento de estratégias de ensino de botânica.** 2018. 37f. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2018.

SANTOS, A. Q.; MACEDO, G. E. L.; CHAGAS, R. J. A Botânica na concepção de professores de ciências do ensino fundamental e as dificuldades enfrentadas para ensiná-la. *In: OLIVEIRA, A. C. Políticas públicas na educação brasileira: ensino aprendizagem e metodologias.* Ponta Grossa: Atena, 2018. p. 35.

SANTOS, F. S. A botânica no ensino médio: será que é preciso apenas memorizar nomes de plantas?. *In: SILVA, C. C. Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para a aplicação no ensino.* São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 1- 420.

SANTOS, J. A.; FREITAS, A. L. C. Gamificação aplicada à educação: um mapeamento sistemático da literatura. **RENOTE**, v. 15, n.1, p. 1-10, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2013.234>.

SANTOS, K. G. S.; PAULA, L. M. P. Botânica: o que pensam nossos alunos do 6º ano do ensino fundamental. **Revista da SBEnBio**, n. 7, p. 4402- 4412. 2014. Disponível em: https://sbenbio.org.br/publicacoes/anais/V_Enebio/V_Enebio_completo.pdf. Acesso em 16 abr 2021.

SANTOS, L. D.; ANGELO, J. A. C.; SILVA, J. Q. Letramento científico na perspectiva biológica: Um estudo sobre práticas docentes e educação cidadã. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencia**. v. 19, n.2, p. 474-496, 2020. Disponível em: <http://revistas.educacioneditora.net/index.php/REEC/article/view/341>. Acesso em: 15 abr. 2021.

SARTIN, R. D. *et al.* Análise do conteúdo de botânica no livro didático e a formação de professores. *In: Encontro Nacional de Ensino de Biologia*, 4., 2012, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBEnBio, 2012.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. Mas de que te serve saber botânica? **Estudos avançados**, v. 30, n. 87, p. 177-196, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.30870011>.

SCHLEICHER, A. **Pisa 2018: insights and interpretations.** [s.l.]: OECD, 2019.

SCRIVANO, C. N. *et al.* **Coleção viver, aprender.** São Paulo: Global. 2013.

SILVA, A. L. *et al.* A relação dos Pitaguary com as plantas e a preservação da Serra de Pacatuba. *In: Congresso Regional de Botânica*, 35., 2017, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2017, p. 186.

SILVA, A. T.; FELETTI, T. A.; OLIVEIRA, J. R. P. M. Criação de chave de interativa: uma alternativa para identificação e ensino de botânica criptogâmica. **Revista Univap**, v. 22, n. 40, p. 558, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18066/revistaunivap.v22i40.1185>.

SILVA, J. M.; SAMPAIO, V. M. S.; COFFANI-NUNES, V. J. O que dizem os professores das escolas públicas de Maceió sobre o ensino de botânica? **Revista da SBEnBio**, v. 7, p. 5503 – 5514, 2014.

SILVA, J. N.; GHILARDI-LOPES, N. P. Botânica no ensino fundamental: diagnósticos de dificuldades no ensino e da percepção e representação da biodiversidade vegetal por estudantes. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 2, p. 115-136, 2014. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen13/REEC_13_2_1_ex773.pdf. Acesso em: 17 abr. 2021.

SILVA, J. R. S. D.; GUIMARÃES, F.; SANO, P. T. Teaching of Botany in higher education: representations and discussions of undergraduate students. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 3, p. 380-393, 2016. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/76178109.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2021.

SILVA, L. M., CAVALLET, V. J., ALQUINI, Y. O professor, o aluno e o conteúdo no ensino de botânica. **Educação**, v. 31, n.1, p. 67-80, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/19846444>.

SILVA, P. G. P. **O ensino da botânica no nível fundamental**: um enfoque nos procedimentos metodológicos. 2008. 146f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Bauru, 2008.

SOUZA, G. T. **Desenvolvimento de aplicativo educacional**: proposta pedagógica para o ensino de Botânica com foco em morfologia vegetal. 2017. 45f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

SOUZA, S. M. L.; DUQUE, D. C.; BORIM, E. Propostas pedagógicas para o ensino de Botânica nas aulas de ciências: diminuindo entraves. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 2, p. 298-315, 2017. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_2_7_ex1120.pdf. Acesso em: 17 abr. 2021.

STECANELA, N. A metodologia da pesquisa em sala de aula na formação e na atuação docente. **Revista pedagógica**, v. 17, n. 35, p. 163-178, 2015. DOI: <https://doi.org/10.22196/rp.v17i35.3060>.

TRÉZ, T. A. Caracterizando o método misto de pesquisa na educação: um continuum entre a abordagem qualitativa e quantitativa. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 7, n. 4, p. 1157, 2013. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/atosdepesquisa/article/view/1132/223>. Acesso em: 21 abr. 2021.

UNO, G. E. Botanical literacy: What and how should students learn about plants? **American Journal of Botany**, v. 96, n. 10, p. 1753–1759, 2009. DOI: 10.3732/ajb.0900025.

URSI, S.; FREITAS, K. C.; VASQUES, D. T. Cegueira botânica e sua mitigação: um objetivo central para o processo de ensino-aprendizagem de biologia. In: VASQUES, D. T. (org.). **Aprendizado ativo no ensino de botânica**. São Paulo: Instituto de Biociências/Universidade de São Paulo, 2021. p. 1-172.

URSI, S. *et al.* Ensino de botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 7-24, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0002>.

WANDERSEE, J.H.; SCHSSLER, E. E. Preventing plant blindness. **The American Biology Teacher**, v. 61, n. 2, p. 82-86, 1999. DOI: <https://doi.org/10.2307/4450624>.

WARD, H. *et al.* **Ensino de ciências**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.



Crenças de professores de ciências da natureza e matemática sobre motivação dos alunos para aprender

José Francisco Custódio*, Rafael Sales Lisboa de Oliveira**, Bruno dos Santos Simões***

Resumo

Investigações de crenças de professores sobre a motivação são relativamente recentes na literatura relacionada à motivação para aprender. Neste estudo, analisamos as crenças de professores de Ciências da Natureza e Matemática sobre o tema, já que estas são apenas tangenciadas na literatura. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 11 professores do Ensino Médio, das disciplinas de Física, Matemática, Química e Biologia. Os dados produzidos foram compilados com auxílio da Análise de Conteúdo. Os resultados apontaram, principalmente, evidências de que os professores: possuem crenças sobre o que é motivação, que divergem das teorias presentes na literatura especializada atual; acreditam que sua capacidade de motivar é amplamente apoiada na boa relação que conseguem estabelecer com os alunos; acreditam que podem criar no início da instrução um pico motivacional que irá abastecer o aluno permanentemente, independentemente de qualquer outro fator que possa mitigar a motivação no tempo didático destinado à ministração de determinado conteúdo; acreditam que a origem das suas crenças é atrelada à experiência como profissional docente, experiência esta adquirida como alunos e vivências pessoais não ligadas à carreira magisterial. Implicações para formação de professores são sinalizadas.

Palavras-chave: Crenças de professores; Motivação; Motivação em sala de aula; Crenças sobre a motivação dos estudantes; Formação de professores.

-
- * Licenciado em Física, Mestre em Educação e Doutor em Educação Científica e Tecnológica pela UFSC. Professor Associado do departamento de Física e do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC, Brasil. E-mail: j.custodio@ufsc.br
 - ** Licenciado em Matemática e Mestre em Educação Científica e Tecnológica pela UFSC. Professor de Matemática do Colégio de Aplicação da UFSC, Brasil. E-mail: rafael.lisboa@ufsc.br
 - *** Licenciado em Física pela UFMS, Mestre e Doutor em Educação Científica e Tecnológica pela UFSC. Professor da FACET UFGD e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UFGD, Brasil. E-mail: brunosimoes@ufgd.edu.br

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i2.12734>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em: 08/07/2021; Aceito em: 13/10/2022

ISSN: 2595-7376



Introdução

Motivar estudantes tem sido alvo de interesse constante dos professores de Ciências da Natureza e Matemática. Apesar de se preocuparem com a relação entre o impacto da falta de motivação sobre o rendimento escolar e o envolvimento dos estudantes em atividades didáticas, podem ter conhecimento limitado sobre como abordar a motivação e quais práticas podem ser eficazes com alunos que se apresentam desmotivados para aprender (MANSFIELD; VOLET, 2014). O fato é que, mesmo antes do contato com o conhecimento formal, os professores refletem sobre o assunto e, como resultado, podem desenvolver crenças sobre o que é motivação e as práticas que promovem a motivação (RICHARDSON, 1996).

Rokeach (1968) argumenta que as crenças são inferências feitas por um indivíduo sobre estados de expectativas básicos, que representariam uma espécie de predisposição para ações, estando organizadas em três componentes básicos: (I) a dimensão de aceitação ou rejeição (bom ou ruim, verdadeiro ou falso, desejável ou indesejável); (II) A dimensão central-periférica; (III) a referência pessoal de tempo. Nessa perspectiva, a natureza da crença é um pouco semelhante à estrutura de um átomo em termos das maneiras pelas quais as crenças são organizadas. O mesmo estudo ainda destaca que algumas das crenças são mais centrais, mais conectadas do que outras (crenças periféricas) e mais resistentes à mudança. Assim sendo, quanto mais central mostra-se a crença, mais importante esta é para o indivíduo, e quanto mais periférica, menos importante. Outra característica é que enquanto algumas crenças contêm uma ampla perspectiva de tempo, outras se concentram apenas em um dado momento histórico pessoal.

As crenças são uma espécie de conhecimento prático e, por meio deste, as pessoas lidam com propósitos particulares ou circunstâncias oriundas do meio em que estão imersas. Portanto, são consideradas como algo que contém uma parcela significativa de subsídios provenientes da experiência pessoal (ABELSON, 1979). Nespor (1987) apregoa que as crenças são verdades incontestáveis e pessoais que cada um de nós possui, tendo, inclusive, caráter afetivo e avaliativo, além de estrutura episódica. Contêm, também, conceitualizações de situações ideais que são distintas da realidade, e são pouco suscetíveis a avaliações e exames críticos. Dessa forma, as crenças são composições complexas relacionadas a atitudes, expectativas e experiência pessoal. Por conseguinte, existe certo consenso na literatura de que



as crenças “são proposições que os indivíduos consideram verdadeiras e geralmente são tácitas, têm um forte componente avaliativo e afetivo, fornecem uma base para a ação e são resistentes à mudança” (BORG, 2011, p. 370-371).

No contexto educacional, as crenças são vistas como um elemento decisivo no crescimento profissional dos professores e se tornaram um foco relevante de pesquisa. De acordo com Pajares (1992), o esclarecimento no tocante às crenças dos professores é essencial para promover o desenvolvimento profissional no âmbito do ensino e, conseqüentemente, contribuir para a melhoria da efetividade na aprendizagem dos estudantes. Pajares (1992) defende que as crenças dos professores estão diretamente relacionadas ao seu comportamento, afetando, então, o modo como enxergam o mundo e realizam julgamentos. Assim, elas se tornam fundamentais no cenário da organização do conhecimento e informação, sobretudo, na definição e compreensão do comportamento. Conforme elucida Zeichner (1993), o sistema de crenças dos professores é suscetível de influenciar as suas percepções, planos e conseqüentemente suas ações. Desse modo, configura-se a existência de um vínculo entre as crenças e as ações dos professores.

Kagan (1990), por sua vez, afirma que as crenças “são maneiras altamente pessoais pelas quais um professor entende a sala de aula, os estudantes, a natureza da aprendizagem, o papel do professor na sala de aula e as metas da educação” (p. 423). Conforme Borg e Al-Busaidi (2012), as crenças dos professores influenciam suas escolhas instrucionais, e também é “amplamente reconhecido que o entendimento destas precisa ser uma parte integrante de iniciativas que visam promover mudanças no que os professores fazem em sala de aula” (p. 283). Os pesquisadores parecem concordar em alguns aspectos-chave que caracterizam crenças. Notavelmente, como as crenças são construídas sobre experiências prévias e a sua definição compartilhada de que as crenças incluem uma dimensão de estabilidade. Esses aspectos das crenças geralmente levam os pesquisadores a vê-las como precursoras das práticas de ensino (BERGER *et al.*, 2018).

Murphy e Alexander (2000) afirmam que os indivíduos “raramente pensam no que querem dizer quando usam o termo motivação” (p. 33). Isso demonstra a relevância de investigar as crenças dos professores sobre motivação. Por exemplo, Patrick e Pintrich (2001) argumentam que os docentes geralmente acreditam que a motivação dos estudantes é uma característica relativamente estável, na maior parte, fora do controle dos professores. De acordo com esta crença, os mestres falam

em alunos motivados ou desmotivados. Assim, as dificuldades dos discentes para aprender, se não são atribuídas às suas capacidades e inteligência, que também são vistas como fixas, são atribuídas à falta de motivação. Embora tendam a considerar a motivação como dependente de muitos fatores fora do seu controle, há a certeza de que a aprendizagem seja fortemente dependente da motivação dos estudantes e devem, portanto, tentar motivá-los (HOLT-REYNOLDS, 1992). Todavia, em termos de práticas educacionais, os responsáveis pelo ensino entendem que motivar se resume a conectar atividades aos interesses dos estudantes e torná-las divertidas. Isto é, se os estudantes estão fisicamente engajados e socialmente envolvidos, eles aprenderão cognitivamente os conteúdos (WOOLFOLK HOY; MURPHY, 2001). Outra pesquisa demonstrou que faz parte do cabedal de crenças dos docentes a responsabilidade de manter o controle dos seus estudantes (JONES; VESILIND, 1995).

Em síntese, considera-se que as crenças dos professores tenham uma influência importante em suas decisões e práticas de ensino (BRICKHOUSE, 1990; KAPLAN, 1991; PEPIN, 1999; STIPEK *et al.*, 2001; OGAN-BEKIROGLU; AKKOÇ, 2009; CUSTÓDIO; CLEMENT; FERREIRA, 2012; OLIVEIRA, 2015; BERGER *et al.*, 2018). Em particular, as crenças dos professores, em formação ou atuantes no sistema educacional, sobre motivação do aluno em sala de aula, têm sido documentadas por um amplo corpo de investigações (SALISBURY-GLENNON; STEVENS, 1999; DOLEZAL *et al.*, 2003; HUFTON; ELLIOTT; ILLUSHIN, 2003; HARDRÉ; SULLIVAN, 2009; D'ELISA, 2015; HANEGHAN *et al.*, 2015; MANSFIELD; VOLET, 2014; MUÑOZ; RAMIREZ, 2015; CHEN; VIBULPHOL, 2019). Todavia, estudos endereçados às crenças sobre motivação e práticas motivadoras dos professores de Ciências da Natureza ou Matemática são poucos, além de abordar o tema apenas transversalmente. Por exemplo, Ramnarain e Hlatswayo (2018) mostraram que professores têm uma atitude positiva em relação ao uso de investigações no ensino e aprendizagem das Ciências Físicas e reconhecem que, com atividades baseadas em investigações, podem afetar a motivação do aluno para aprender. Bjønness e Knain (2018) encontraram evidências de que professores de ciências entendem que criar oportunidades para os estudantes realizarem investigações abertas é uma forma de motivá-los e se opor à aprendizagem mecânica.

Nosso pensamento converge com Peterson, Schreiber e Moss (2011) quando estes escrevem que é necessário revelar, examinar e desafiar as crenças dos professores para ajudá-los a “desenvolver crenças mais sólidas teoricamente e a tomar decisões



de ensino mais eficazes” (p. 35). Assim, consideramos que um estudo sobre as diversas dimensões das crenças dos professores de Ciências da Natureza e Matemática sobre a motivação do aluno para aprender é de grande relevância. Este levantamento, ainda ausente na literatura, permitirá revelá-las e compreender melhor seu funcionamento nas estratégias que os mestres usam e nos esforços que fazem para motivar os estudantes em aulas de Física, Biologia, Química e Matemática; que possuem peculiaridades em relação às outras áreas já mapeadas. Nesse sentido, a pesquisa foi orientada pela seguinte questão: quais as crenças de professores sobre motivação dos alunos para aprender Ciências da Natureza e Matemática?

Motivação

Ao explorarem a terminologia sobre motivação, Murphy e Alexander (2000) indicaram que a literatura é povoada por construtos poderosos, mas, às vezes, difusos. Portanto, antes que se possa julgar a importância da motivação, ou mesmo para discuti-la, é preciso especificar o que ela “é”, “principalmente porque é uma palavra que faz parte da cultura popular, como poucos outros conceitos psicológicos” (MAEHR; MEYER, 1997, p. 372). Motivação consiste em forças biológicas, fisiológicas, sociais e cognitivas que selecionam, intensificam, mantêm e direcionam o comportamento (FULMER; FRIJTERS, 2009). Similarmente, Wright (2016) elucida que o campo da motivação está relacionado ao início do comportamento, à direção, à intensidade e à extensão do modo de se comportar ao longo do tempo. Reeve apresenta uma definição mais condensada, mas que captura a essência da motivação, ao declarar que é “qualquer processo interno que energiza, direciona e sustenta o comportamento” (2016, p. 31). Conforme Reeve (2006), a energia implica que o comportamento pode ser relativamente forte, intenso e persistente. A direção indica que este tem um propósito, ou seja, que é direcionado ou orientado para alcançar um determinado objetivo ou resultado.

Bzuneck (2009), ao considerar a natureza da motivação, conclui que esta é definida algumas vezes como um fator ou um conjunto de fatores psicológicos, outras vezes como um processo, mas havendo um consenso quanto à sua dinâmica na atividade humana. Esse autor acrescenta, ainda, que é certo que estes fatores psicológicos ou processo “levam a uma escolha, instigam, fazem iniciar um comportamento direcionado a um objeto, como o de prestar atenção ou fazer o dever de casa” (p. 9).

Ademais, garantem a persistência das pessoas em suas atividades, mesmo havendo uma série de razões ou obstáculos que possam apresentar resistência ao comportamento iniciado. Em outras palavras, as pessoas despendem certa quantidade de esforço para realizar um objetivo particular sob um conjunto de circunstâncias.

Reeve (2006, 2016) declara que os processos que energizam, direcionam e sustentam o comportamento se originam tanto no indivíduo (motivos internos) quanto emanam do ambiente (eventos externos). Os motivos internos são caracterizados por necessidades (fisiológicas, psicológicas e sociais), cognições (expectativas, crenças e autoconceito) ou emoções (compreendendo fenômenos subjetivos, biológicos, sociais e com um propósito). Já os eventos externos são incentivos ambientais que precedem a ação da pessoa a favor de comportamentos que lhe oportunizam experiências agradáveis ou a afastam de situações desagradáveis. Eles incluem estímulos ambientais específicos voltados à execução de determinada tarefa ou aqueles mais amplos, provenientes de organizações e interações sociais.

Embora a natureza da motivação possa ser mais facilmente circunscrita, o mesmo não ocorre com os construtos formulados para delinear os processos motivacionais. Existem muitas teorias, cada uma destacando certo aspecto da motivação (necessidades, cognições, emoções, eventos externos) ou a integração de um o mais deles em estudos que examinam a correlação entre construtos motivacionais ou as propriedades destes na predição de resultados de realização e comportamentos. Indiscutivelmente, diferentes fatores influenciam o nível de motivação dos alunos na escola, incluindo: limpeza, clima e condições circundantes, humor, emoções, nível de interesse, objetivos, crenças, comportamento dos professores e contexto da sala de aula. As fontes de motivação dos estudantes podem ser múltiplas e diferentes, ou seja, internas ou externas. Em particular, os professores, sendo um fator externo, têm o maior impacto na motivação dos estudantes. Isto é, seu comportamento e estilo de ensino são as principais fontes que afetam tanto positiva quanto negativamente a qualidade motivacional dos estudantes (TANVEER *et al.*, 2012). Para restringir a revisão da literatura, selecionamos, especificamente, a Teoria da Autodeterminação, a Teoria de Metas de Realização e a Teoria da Autoeficácia, que são significativas para abordar a relevância da interação estudante-professor-contexto para o desenvolvimento da motivação.

A distinção entre motivação intrínseca e motivação extrínseca é importante para o estudo motivacional. A motivação intrínseca tem relação com a propensão

natural do ser humano de buscar novidades e desafios (RYAN; DECI, 2000b). Visando desenvolver e exercitar suas capacidades, os indivíduos que estão motivados intrinsecamente desempenham atividades por conta de seu interesse na execução e não em consequência do recebimento de alguma retribuição em virtude do desenvolvimento da atividade (ECCLES; WIGFIELD, 2002). Fato que pode ser percebido, por exemplo, quando o sujeito realiza determinada atividade por prazer. A motivação extrínseca é um construto que pertence a qualquer atividade desenvolvida para alcançar algum resultado separável dela. Motivação extrínseca, por sua vez, contrasta com a motivação intrínseca, pois se refere a realizar uma atividade simplesmente pelo prazer da própria atividade, e não pelo seu valor instrumental (RYAN; DECI, 2000b).

A Teoria da Autodeterminação não propõe a dicotomia entre os tipos de motivação, mas os classifica ao longo de um continuum de autodeterminação, que é sustentado pelo conceito de internalização, o qual se refere ao ato de transformar regulações por contingências externas em regulações por processos internos (RYAN; DECI, 2000a, 2000b). Para Ryan e Deci (2000a), o comportamento autônomo é caracterizado quando um indivíduo age sem sofrer tipo algum de pressão de ordem externa ou intrapsíquica. Uma tarefa é realizada pelo indivíduo por iniciativa própria, pelo simples prazer e satisfação em realizá-la. Já o comportamento controlado, sofre influência de reguladores externos (recompensas, punições, prêmios, dentre outros) ou intrapsíquicos que induzem o indivíduo executar certo comportamento. Assim, a teoria da autodeterminação considera, além da motivação intrínseca, quatro tipos de motivação extrínseca (externa, introjetada, identificada e integrada).

Na motivação extrínseca, o indivíduo age guiado por motivos externos, como recompensas ou para evitar punições. Quando as pessoas agem por autocobrança, com intuito de evitar sentimentos, tais como culpa, ansiedade ou redução da autoestima, a motivação introjetada guia o comportamento. Na motivação identificada, o indivíduo atribui importância pessoal em realizar determinada ação, ou seja, existe valorização consciente e certa consonância entre as demandas pessoais e os reguladores externos. Finalmente, integração ocorre com a identificação total das regulações e transferência ao self do indivíduo (DECI; RYAN, 2000b). A Teoria da Autodeterminação sustenta que, para passar de uma motivação externa (extrínseca) para uma motivação mais integrada (intrínseca), é preciso promover três necessida-

des psicológicas presentes inatamente nos seres humanos: autonomia, competência e pertencimento (RYAN; DECI, 2000a, 2000b).

Na área educacional, a Teoria da Autodeterminação tem embasado investigações sobre motivação extrínseca e intrínseca, inclusive oferecendo aporte para elaboração de instrumentos de medição destas variáveis (BLACK; DECI, 2000; BROCK, 2006; RUFINI; BZUNECK; OLIVEIRA, 2011; CLEMENT; CUSTÓDIO; PINHO-ALVES, 2014). Outros estudos buscam relacionar os aspectos da motivação autônoma, ligados às necessidades de autonomia, competência e pertencimento, com elementos importantes e inerentes ao processo de ensino-aprendizagem, tais como suportes organizacionais, procedimentais, cognitivos e afetivos (BROCK; GIL, 2008; STEFANO et al., 2004).

Conforme Ames (1992), a Teoria de Metas de Realização enfatiza as bases cognitivas do comportamento, mas tem avançado para uma estrutura de metas de realização que integra componentes cognitivos e afetivos do comportamento direcionado a objetivos. “Uma meta de realização diz respeito aos propósitos do comportamento realizador” (p. 261). Para Ames, isto define um padrão integrado de crenças, atribuições e afetos que produzem as intenções de comportamento, representado por diferentes maneiras de se aproximar, participar e responder às atividades.

No contexto educacional, as metas são representadas pelas inúmeras formas que os estudantes encaram as tarefas escolares. O aluno, ao desenvolver a crença que determinada meta tem significado especial para ele e que, por meio de determinadas ações pode alcançar tal meta, tende a investir seu comportamento e suas emoções na direção de sua realização (ZENORINI; SANTOS, 2010). Quando os estudantes adotam metas orientadas para o domínio, eles se envolvem em estratégias de aprendizagem mais efetivas, como aprender com seus erros, mudar estratégias que não funcionam e procurar ajuda quando necessário. Eles também são mais motivados intrinsecamente. As metas de desempenho levam a um foco no resultado, e não no processo de aprendizagem, como obter sucesso por qualquer meio, evitar parecer incompetente e ser mais suscetível a fontes extrínsecas de motivação (SVINICKI, 2010).

Bandura (1994) define autoeficácia percebida como “a crença das pessoas sobre suas capacidades para produzir efeitos” (p. 2). Assim, a autoeficácia refere-se à confiança que se tem na própria capacidade de planejar e executar um curso de ação, realizar uma tarefa ou resolver um problema. Há abundância de pesquisas que identificam a autoeficácia como uma forte influência na motivação e realização

(BANDURA, 1994, 2008, 2017a, 2017b). Na escola, a autoeficácia desempenha um papel significativo nas escolhas que os estudantes fazem com relação às atividades que selecionam, seus interesses, o esforço que dedicam às tarefas e sua persistência (SCHUNK, 1991; PAJARES; KRANZLER, 1995). Os estudantes com alta autoeficácia em uma tarefa se envolvem mais facilmente com ela, persistem diante do desafio, demonstram maior interesse em executá-la e aprender, quando comparados com aqueles que duvidam de suas capacidades de obter sucesso. Estes últimos, em vez de se concentrarem em buscar meios de realizar com sucesso uma atividade, procuram meios de justificar o não envolvimento com elas, como se debruçar sobre as deficiências pessoais, ou sobre os possíveis obstáculos e resultados adversos (BANDURA, 1994).

Em síntese, estas teorias apoiam amplamente o esforço dos pesquisadores da área educacional para compreender o que motiva os estudantes a se manterem dispostos em conquistar conhecimentos e adquirir habilidades em situações de aprendizagem. Como destacado por Pintrich (2003), aliadas a outras teorias, colaboram para responder duas perguntas fundamentais sobre a motivação dos estudantes: (1) o que os estudantes querem? (se existem necessidades básicas que definem o que querem); (2) o que motiva os estudantes em sala de aula?

Metodologia

Participantes

Na seleção dos professores participantes, definimos alguns filtros em consonância com os objetivos de nossa pesquisa: 1) atuar em escolas localizadas na região da Grande Florianópolis; 2) lecionar no Ensino Médio nas disciplinas Biologia, Física, Matemática ou Química; 3) boa distribuição da amostra entre atuação na rede pública e na rede privada; e 4) entrega do termo de consentimento livre e esclarecido assinado.

Com base nos critérios, foram entrevistados 11 professores, cujas formações, tempo de docência, redes das instituições e regimes de trabalho são apresentados na Tabela 1, abaixo. Com a finalidade de garantir o sigilo da identidade dos entrevistados e simultaneamente identificar cada docente de uma única maneira, associaremos cada professor a um termo da sequência {P1, P2, ..., P11}.

Tabela 1: Perfil dos professores entrevistados

Professor	Formação/ Período	Tempo de Docência	Pós-Graduação	Rede da Instituição/ Regime de Trabalho
P ₁	Lic. Física 2000-2002	16 anos	Especialização	Pública e Privada 54 horas
P ₂	Lic. Biologia 1999-2004	13 anos	Especialização	Pública e Privada 40 horas
P ₃	Lic. Química 2010-2013	2 anos	-	Pública 50 horas
P ₄	Eng. Química 1991-1995	20 anos	Especialização	Pública e Privada 56 horas
P ₅	Lic. Matemática 2004-2007	10 anos	Mestrado	Pública 40 horas
P ₆	Lic. Matemática 2003-2007	10 anos	-	Pública e Privada 50 horas
P ₇	Lic. Matemática 2000-2008	18 anos	-	Privada 30 horas
P ₈	Lic. Física 1995-1999	17 anos	Especialização	Privada 30 horas
P ₉	Lic. Física 2002-2005	11 anos	-	Pública 40 horas
P ₁₀	Lic. Biologia 1984-1987	24 anos	Especialização	Pública e Privada 40 horas
P ₁₁	Lic. Física 2009-2014	6 meses	-	Pública 40 horas

Fonte: os autores

O instrumento de coleta de dados

Como nosso objetivo é analisar as crenças dos professores sobre motivação e práticas que motivam os estudantes a aprender, optamos pelo uso de entrevistas semiestruturadas. Entrevistas em profundidade oferecem aos pesquisadores a possibilidade de explorar experiências vividas e visões de mundo dos participantes, por intermédio de perguntas e sondagens que permitem aprofundar a informação (TRIVIÑOS, 1987). Elas também são mais úteis quando tópicos sensíveis estão sendo explorados, como as crenças pessoais.

O protocolo de entrevista foi estruturado segundo os aportes teóricos descritos anteriormente. A validação teórica e semântica foi realizada visando eliminar interpretações equivocadas das questões e aproximá-las da linguagem dos respondentes. Para tanto, a análise do instrumento se deu por meio de discussões de especialistas (três pesquisadores) e por dois professores do Ensino Médio (possíveis respondentes



não diretamente envolvidos com esta pesquisa). Aos especialistas coube julgar se as questões mediam ou expressavam adequadamente os construtos e variáveis das teorias da motivação e crenças. Os professores escolhidos para realizarem o teste tiveram a liberdade de evidenciar possíveis dúvidas referentes ao entendimento e à escrita, bem como emitir comentários e críticas que contribuíssem para a melhoria do instrumento como um todo. A partir das respostas dos professores e especialistas, concluímos que as questões abrangiam coerentemente a temática investigada, ou seja, havia credibilidade e confiança nas informações coletadas mediante o instrumento. A versão final do protocolo de entrevista encontra-se no Apêndice A.

As entrevistas tiveram duração de aproximadamente 30 minutos e todas foram gravadas em áudio e transcritas integralmente pelos pesquisadores.

O processo de construção das categorias

Os dados produzidos nas entrevistas foram processados com auxílio da Análise de Conteúdo (AC). A AC pode ser considerada como um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens (BARDIN, 1977). No processo de exploração do material, faz-se necessário conciliar a técnica de análise com o quadro teórico, o qual é a base da investigação. Segundo Bardin (1977), é necessário transformar sistematicamente os dados brutos em unidades que possibilitem a descrição exata das características pertinentes ao conteúdo em foco. No nosso caso, identificar nos textos transcritos as crenças de professores sobre motivação e práticas que promovem a motivação dos estudantes para aprender Ciências da Natureza e Matemática.

Assim, torna-se mister a criação de categorias que possam classificar e agrupar as crenças dos professores. Para tanto, optamos por categorizar nossas informações de forma emergente, isto é, na medida em que a análise se dá, criamos as categorias com base nas crenças dos professores, apoiando-as em nosso referencial teórico. Contudo, para esse processo de categorização ocorrer foi preciso, para cada categoria, fazer os “recortes” convenientes.

Segundo Bardin (1977), esses recortes são executados por meio das escolhas das unidades de registro e unidades de contexto. Escolher uma unidade de registro é uma forma sistemática de codificar os dados (processo de codificação), e essa unidade de registro pode ser um tema, uma palavra ou uma frase. Já a unidade de contexto

constitui o segmento mais longo de conteúdo que o investigador considera quando caracteriza uma unidade de registro, ou seja, em uma unidade de contexto podem figurar várias unidades de registros. Dessa forma, as unidades de contexto servem para fixar os limites contextuais em cada caso.

Dentro dessa proposta, escolhemos como unidade de registro de nosso trabalho o tema. Bardin (1977) ainda explica que a noção de tema é uma característica da análise de conteúdo e é muito utilizada em análise temática. Além disso, é comumente utilizado como unidade de registro para estudar motivações de opiniões, atitudes, crenças dentre outros. Ao mesmo tempo, as respostas de questões abertas de entrevistas semiestruturadas são frequentemente analisadas à luz dessa unidade de registro.

Dessa forma, apresentamos para cada uma das categorias as crenças emergentes e os temas devidamente identificados e apoiados por fragmentos das entrevistas. A apresentação desses elementos se dá, inicialmente, na forma de tabela, e sua organização segue a seguinte descrição: cada categoria está limitada contextualmente, e essa limitação está nominada pela unidade contextual que é representada pelo título de cada categoria (por exemplo: crenças sobre motivação). Em cada linha das tabelas são apresentadas, em negrito, as crenças mais gerais dos professores, organizadas segundo uma unidade de registro (por exemplo: os professores acreditam que motivação é vontade). As unidades de registro são acompanhadas de indicadores que representam crenças mais específicas, e classificam as crenças gerais que os professores explicitaram em seus relatos (por exemplo: os professores acreditam que motivação é a vontade de alcançar objetivos). Em coluna específica, foi registrado o total de ocorrências dos indicadores.

A análise em unidades contextuais

Crenças dos professores sobre o que é motivação

Nessa categoria, apresentamos as crenças dos professores sobre o que é motivação. As crenças explicitadas salientaram algumas características, fato que nos possibilitou destacar os **indicadores** expostos na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2: Crenças sobre motivação

Crenças explicitadas	Ocorrências
É vontade: - para fazer alguma coisa, - de aprender, - de alcançar objetivos.	4
É uma experiência afetiva: - sentir prazer naquilo que você está aprendendo, - aguçar interesse no aluno.	2
É a realização de metas: - alcançar novos resultados, - atingir o resultado, - fazer algo em prol de outra coisa.	7
É o processo que energiza e direciona o comportamento: - é o impulso, - é o que inicia, direciona e mantém o comportamento.	2

Fonte: os autores.

As crenças dos professores participantes da pesquisa foram diversas. Contudo, essas crenças ainda estavam de acordo com situações em que os processos motivacionais aconteciam na prática. De maneira geral, as crenças detectadas mostram que os professores consideram importante a motivação do estudante para aprender, sabendo elencar situações em que ela tem impacto, mas sem clareza do seu conceito preciso. Os professores abaixo citados, por exemplo, acreditam que motivação é, em grande extensão, vontade:

“Motivação, pra mim, é a vontade, o ânimo pra fazer alguma coisa. Quando você está motivado, você está com ânimo para executar alguma tarefa.” (P₂)

“Para mim, ter motivação é ter vontade de fazer alguma coisa. E motivação para aprender é ter vontade de aprender o que está sendo passado em sala de aula.” (P₃)

“Tu tens que ter a motivação, a vontade, para mim, caminha junto com a motivação. Eu tenho um grande objetivo que eu preciso alcançar esse grande objetivo é a motivação para mim.” (P₄)

“Motivação, de forma geral, na verdade, é aquilo que te faz ter vontade de atingir um certo objetivo, aquilo que te empolga pra ti conseguir ter força e vontade de ir atrás do que ‘tu quer’, isso é motivação, para mim”. (P₅)

Os professores P2, P3, P4 e P5 definem motivação de maneira semelhante, utilizando o construto vontade, embora os docentes P4, P5 associem o conceito de vontade à realização de metas. Todos colocam corretamente motivação dentro da

dimensão volitiva, ou seja, no sentido do querer fazer algo. Todavia, as respostas são relativamente superficiais e não abordaram o que é vontade, o mecanismo utilizado para explicar o fenômeno da motivação. As crenças são genéricas, trazendo a correspondência direta entre motivação e vontade (*“motivação pra mim é a vontade”; “ter motivação é ter vontade de fazer alguma coisa”; “tu tens que ter a motivação, a vontade, para mim, caminha junto com a motivação”; “aquilo que te faz ter vontade”*). Embora estas crenças se revelem amplamente descritivas, em vez de explicativas, acenam para existência de alguma compreensão de como os processos motivacionais se desenrolam em um indivíduo, pois todos os professores citaram a necessidade de motivos para que eles ocorram (*“pra fazer alguma coisa”, “de fazer alguma coisa”, “em alguma coisa” “certo objetivo”*). Estes professores têm alguma intuição sobre o caráter de direcionamento do comportamento causado pela motivação, mesmo não sabendo descrever precisamente o termo.

Embora o termo vontade tenha norteado os primeiros estudos sobre motivação, a evolução dos estudos sobre o tema mostrou que se tratava de um termo um tanto quanto impreciso, pois consistia em um conjunto de aptidões inatas, sensações ambientais, vivências e reflexões próprias, levando os pesquisadores à necessidade de explicar não só a motivação, mas também o agente motivador (REEVE, 2006).

Já os professores P8 e P9 recorrem à dimensão afetiva, pois acreditam que a motivação se relaciona com prazer, afinidade e interesse:

“Motivação, no meu ponto de vista, é ter prazer naquilo que você está aprendendo, pesquisando ou estudando. Motivação está associada com prazer, eu acredito que o aluno vai ter prazer quando ele consegue visualizar situações do dia a dia com o que ele está vendo ali em sala de aula.” (P₈)

“Eu penso que motivação é o processo que tem que buscar relações para desempenhar no aluno algum tipo de afinidade para aprendizagem. Para mim, motivação é um ato de aguçar no aluno interesse, alguma ou algumas formas de buscar interesse no aluno para alguma coisa.” (P₉)

Nestes excertos, observamos que os professores citam emoções para explicar motivação. Conforme a abordagem prototípica de Shaver et al. (1987), criada a partir da opinião de pessoas comuns, a emoção prazer é uma subcategoria da emoção positiva alegria. Alegria se refere ao valor afetivo atribuído pelos indivíduos a uma proposição, ação, objeto, conceito ou representação. Ela demonstra como as pessoas se sentem em relação a algo. Com função diferente de alegria, a emoção interesse é, de acordo com Silvia (2001), a mais frequentemente experimentada, sendo o

elemento responsável principal pela motivação para o aprendizado, o desenvolvimento de habilidades, competências e realizações criativas, pois leva os indivíduos a se engajarem em atividades que envolvem complexidade, incerteza e novidade. Como as emoções são processos internos que direcionam o comportamento, há certa clareza dos professores P8 e P9 sobre seu papel na motivação dos estudantes, o que é importante para a atuação em sala de aula. Contudo, acreditar que a motivação está atrelada apenas à dimensão afetiva ignora outros motivos possíveis, além de não expor o papel das emoções negativas e a criação de condutas de evitamento nos estudantes.

Por outro lado, os professores P1, P7 e P11 acreditam que a motivação possui estreita ligação com eventos cognitivos (metas, objetivos, crenças) e como mobilizam o aumento de compromisso dos estudantes com a aprendizagem:

“Motivação é ver um objetivo, um objetivo pra aprender, objetivo pra ação, enxergar objetivo naquilo que ele está aprendendo.” (P₁)

“Eu acho que motivação é um estado de espírito, é um estado de momento da pessoa de se sentir capaz de alcançar novos resultados, resultados diferentes, resultados novos.” (P₇)

“Motivação é alguma coisa que vai fazer você fazer algo em prol de outra coisa, então, se eu tiver algo que eu ganhe, que não precisa ser físico, eu tenho uma motivação para chegar naquilo.” (P₁₁)

Embora semelhantes, por se apoiarem em eventos mentais, as crenças dos professores P1, P7 e P11 sobre o que é motivação são diferentes em alguns aspectos. P1 considera “que motivação é ver um objetivo” e que o estudante deve “enxergar o motivo e a real necessidade daquilo [que está aprendendo]”, portanto demonstra ênfase na necessidade de o estudante valorizar o saber a ser ensinado, considerá-lo importante e relevante para sua vida. Por sua vez, P7 acredita que motivação é o aluno se “sentir capaz de alcançar novos resultados” ou “capacidade de alcançar o resultado”. O relato de P7 ilustra que em sua crença são as ações de incentivo do professor voltadas a incrementar o julgamento de eficácia do estudante às causas da motivação. Finalmente, P11 diz que “motivação é alguma coisa que vai fazer você fazer algo em prol de outra coisa”. Fica evidenciado neste extrato a referência a elementos externos ao estudante agindo na determinação do comportamento. Para P11, o estudante motivado busca recompensas materiais e sociais.

Percebe-se, também, nas crenças desses professores a falta de clareza sobre a natureza da motivação, pois se referem, mesmo que parcialmente, apenas a construtos criados para explicar os processos motivacionais, como autoeficácia (BANDURA, 1994) e metas de realização (AMES, 1992).

Apenas os professores P6 e P10 expõem crenças sobre motivação com maior proximidade à sua definição, ou seja, processos que fornecem ao comportamento sua energia e direção. Entretanto, os docentes atrelam suas definições à realização de alguma meta:

“Motivação, para mim, de uma forma bem simples, é o impulso que te faz correr atrás dos seus objetivos. Dentro desse impulso, a motivação seria o conjunto de motivos que te fazem aprender, que te fazem ir atrás de curiosidades, ir atrás de algo que você ainda não sabe.” (P₆)

“Acredito que a motivação é um processo responsável por iniciar, direcionar e manter comportamentos relacionados com o cumprimento de objetivos.” (P₁₀)

O professor P6 acredita que a motivação origina e mantém uma ação, quando diz que “motivação, para mim, de uma forma bem simples, é o impulso que te faz correr atrás dos seus objetivos.” Em especial, o docente ainda associa essa ideia à aprendizagem quando destaca que “... a motivação seria o conjunto de motivos que te fazem aprender...”. Por outro lado, P10 aborda a motivação de forma geral afirmando que “... a motivação é um processo responsável por iniciar, direcionar e manter comportamentos relacionados com o cumprimento de objetivos”.

A compreensão destes professores possibilita a intervenção nos dois aspectos da natureza da motivação indicados por Wright (2016) e Reeve (2016). O primeiro refere-se ao motivo que origina e mantém o comportamento, ou seja, o comportamento possui um propósito, portanto está direcionado a alcançar um determinado objetivo. O segundo aspecto, mais evidente na fala do docente P10, refere-se ao nível de intensidade do comportamento do indivíduo, ou seja, ele é dotado de força e permite variações como, por exemplo, forte, intenso ou persistente. No que tange aos aspectos educacionais, é de suma importância que o docente possa perceber a importância de atuar no sentido de modificar a intensidade da motivação dos estudantes, bem como a possibilidade de estabelecer metas de aprendizagem e, consequentemente, contribuir positivamente no processo de aprendizagem dos estudantes.

Crenças dos professores sobre o que influencia a motivação do estudante para aprender

Nessa categoria, apresentamos as crenças dos professores sobre o que influencia a motivação do estudante para aprender. As crenças explicitadas salientaram algumas características, o que nos possibilitou destacar os **indicadores** expostos na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3: Crenças dos professores sobre o que influencia a motivação do estudante para aprender

Crenças explicitadas	Ocorrências
As emoções, atitudes e afetividade: - empatia do aluno com o professor, - existência de problemas emocionais, - expectativa de eficácia e sucesso, - pertencimento.	9
As metodologias, a formação docente e a expertise dos alunos: - planejamento da aula, - qualificação do docente, - domínio de conteúdos que são pré-requisitos, - conteúdos que têm significado para o aluno.	7
O comportamento da família em relação à vida escolar: - valorização do estudo por parte de familiares, - familiares que são exemplos, - acompanhamento dos familiares na vida escolar do estudante.	6

Fonte: os autores.

Quatro docentes acreditam que fatores emocionais e/ou afetivos influenciam na motivação do estudante para aprender, e colocam a figura do professor como uma “peça-chave” neste processo:

“Acho que o primeiro fator que eu posso citar é a empatia do aluno com o professor [...] você não precisa ser um cara engraçado, como muita gente acha, mas você tem que ser um cara agradável.” (P₂)

“A empatia que o aluno tem com o professor, isso é fundamental, a liberdade que o aluno tem com o professor, isso é interessante. O professor ser engraçado, não no sentido de palhaço, mas sim no sentido abertura.” (P₄)

“Mas, a atenção e a emoção que você vai dedicar ao seu aluno vai ser um diferencial no processo de aprendizado dele [...]. Partindo do pressuposto que você tem carinho e respeito pela pessoa como pessoa é um grande passo para você conseguir um resultado positivo.” (P₇)

“Ser paciente e compreensivo com o aluno; Dar tratamento igual a todos os alunos; estar ligado à realidade do aluno, a sua história de vida, respeitando a sua vida social, familiar; procurar elevar a autoestima do aluno, respeitando-o e valorizando-o.” (P₁₀)

Para o professor P2, a forma que o docente se conecta emocionalmente com o educando (empatia) tem grande importância no processo de motivação, contudo reconhece que outros não dão a devida importância para esse aspecto. O docente ainda faz uma observação distinguindo o professor engraçado do professor agradável aos olhos dos estudantes. De certa forma, a fala do docente é completada com argumentos expostos pelo professor P4, que justifica o fato de ser descontraído em sala de aula, o que fica evidente por meio de uma abertura em relação à comunicação com os estudantes. Já o professor P7 reconhece que, assim como as demais atividades humanas, a atividade docente também está carregada de aspectos emocionais, por se tratar de uma interação entre indivíduos. Ele considera a dedicação do professor com o estudante um diferencial no processo de ensino-aprendizagem. Em sua visão, o professor P10 acredita em uma série de atitudes que o docente pode assumir para conseguir a empatia dos estudantes.

Aparentemente, os docentes acreditam que não basta ser engraçado, no sentido de contar piadas ou fazer palhaçadas como entretenimento, mas, sim, propiciar um amplo canal de comunicação entre professor e estudante, de modo que o estudante tenha liberdade (e vontade) de fazer seus questionamentos, apontamentos e sugestões em sala de aula, sempre levando em consideração o respeito mútuo.

Outra crença relevante, relacionada à emoção, atitude e afetividade que surgiu nos relatos de dois professores:

"[...] muitos dos problemas que levaram eles a não ter mais motivação nenhuma são problemas do tipo psicológicos, problemas tipo amorosos, relacionamentos com os pais, enfim, e isso é a parte sentimental do negócio." (P₅)

"Quantas vezes nós tivemos a oportunidade de ver aluno tirando uma nota dez que ele nunca tinha tirado e agora ele bate no peito e diz: 'agora eu consigo, agora eu vejo que eu não tenho dificuldade'? E isso é um fator motivador." (P₇)

O relato de P5, além de exemplificar situações cujos problemas emocionais/psicológicos interferem na motivação em sala de aula, também julga que esses fatores são mais importantes que pré-requisitos da própria disciplina. Já P7 apresenta uma situação da valorização da competência do estudante, um caso de superação no qual o aluno, depois de realizar determinada atividade com êxito, fica encorajado a realizar demais desafios, visto que essa conquista melhorou sua autoestima. Fato este que pode ser potencializado pelo professor por intermédio de um feedback positivo em relação ao desempenho do discente. Para Reeve (2006, p. 66), ao receber

um feedback positivo o indivíduo mantém maior comprometimento com o ambiente no qual está inserido, seja pelo seu próprio desejo de interagir eficientemente com o meio ou pela expressão de seu “self”.

A crença de P7 também se reporta à importância dada à expectativa de eficácia e sucesso, assim como os professores P4 e P6:

“O motivo é financeiro, para que eles tenham um desempenho melhor, porque, afinal de contas, eles vão competir com seus colegas.” (P₄)

“A questão da nota, eu acredito que todos os alunos buscam uma nota boa para provar que estão aprendendo, que estão correndo atrás e mostrar que estão dentro de um contexto, de um grupo.” (P₆)

O professor P4 acredita que a ascensão financeira é um motivador e destaca que o sucesso do estudante está condicionado ao nível de instrução. Por fim, o docente enfatiza a existência de competições, tais como concursos, vestibulares e entrevistas de emprego, que inevitavelmente os estudantes devem se deparar e, para tanto, precisam se preparar. O docente P6 também acredita que a expectativa de eficácia e sucesso influenciam a motivação dos estudantes para aprender, entretanto, esta se restringe ao contexto escolar, referindo-se à realização de tarefas, obtenção de boas notas e participação das demais atividades. Adicionalmente, o professor P6 acredita que pertencer ao grupo dos estudantes que estão acompanhando as explicações, conteúdos, exercícios e demais atividades escolares constitui um elemento de motivação para os alunos. Ryan e Deci (2000a, 2000b) explicam que o pertencimento é uma necessidade psicológica oriunda das exigências para que o próprio indivíduo se adapte bem ao ambiente no qual está inserido e estabeleça boas relações interpessoais.

Sete docentes acreditam que fatores relacionados às metodologias, formação docente e expertise dos estudantes, como planejamento das aulas, domínio de conteúdos que são pré-requisitos, qualificação docente e conteúdos com verdadeiro significado para os estudantes influenciam na motivação do estudante para aprender:

“[...] quando você dá aula de química e fala de química orgânica, você precisa relacionar a química orgânica com a fabricação de medicamento, com a medicina, com a engenharia de alimentos, isso é um fator motivador.” (P₄)

“[...] Eu, por exemplo, praticamente em todas as minhas aulas, como dou a disciplina de biologia e tem muita figura e desenho, eu uso figuras e animações, é uma coisa que atrai a atenção do aluno.” (P₂)

"[...] a aula bem-preparada e utilizar os recursos que os alunos estão acostumados 'conseguem' contribuir bastante para a motivação dele, do que eu simplesmente ficar no quadro e giz." (P₈)

"Para mim, o principal pilar que influencia na motivação dos alunos para aprender é o professor. Estar bem-preparado para isso, professor que tem recurso específico, técnico na área que atua, professor que sabe se atualizar no seu meio." (P₉)

"O que o aluno já teve de matemática, por exemplo, para conseguir aprender um novo conteúdo. Ele se sente motivado se ele já tem condições de estar aprendendo aquilo. Se ele já tem defasagens anteriores, eles não se sentem motivados". (P₅)

O professor P4 acredita que exemplos de aplicações do conteúdo no cotidiano são um ótimo artifício metodológico que contribui na motivação dos estudantes. Já o professor P2, acredita nesse aspecto e potencializa o uso de recursos tecnológicos em sala de aula. Tal crença também é compartilhada pelo professor P8, contudo o docente chama atenção para o planejamento da aula como um todo. O professor P9 vai além do exposto pelos colegas ao explicitar que a principal influência na motivação dos estudantes é a qualificação para exercer a atividade docente. O professor P5, por sua vez, acredita que a expertise dos estudantes pode influenciar na sua motivação para aprender. Isto é, que estudantes que apresentam problemas de defasagem de conteúdos, os quais teoricamente já deveriam saber, sentem-se desmotivados.

Cinco professores acreditam que o comportamento da família em relação à vida escolar influencia na motivação dos estudantes para aprender. De modo geral, os professores explicitam a importância do acompanhamento da família na vida escolar do aluno:

"A família que enxerga e consegue transmitir para o aluno a importância de aprender, a importância do estudo, é a família que dá exemplo. [...] Então, a motivação que vem de casa, passa para o ambiente escolar." (P₁)

"Eu acho que tem também o contato com a família. Eu vejo algumas famílias que não dão importância para os filhos nas escolas, aí o aluno acaba assim: 'não vou fazer porque é chato.'" (P₃)

"Eles [estudantes] podem criar essa motivação dentro deles para chegar aonde os pais queriam ter chegado, então, eu acho que os pais também podem ser uma grande motivação." (P₆)

"Os alunos mais focados são oriundos de famílias onde os pais são mais presentes e têm maior nível de esclarecimento. Não só maior nível de esclarecimento, mas uma presença maior na vida acadêmica do aluno." (P₄)

O professor P1 acredita que a importância dedicada pelos pais aos estudos dos estudantes impacta seu comportamento na escola. O professor P3 também sustenta a crença de que a família é um aspecto relevante na construção da motivação dos estudantes. Para ele, o comportamento dos aprendizes é reflexo da postura dos pais, da valorização que depositam nos estudos. Já o professor P6, acredita que o sucesso do discente também é o sucesso da família, e a cobrança do núcleo familiar é justificada pela alegria da conquista. Em pensamento análogo, o professor P4 afirma que, além da presença na vida escolar dos estudantes, a relação que os pais tiveram com o estudo pode servir como exemplo motivacional.

Crenças sobre o nível de motivação dos estudantes

Nesta categoria, apresentaremos as crenças dos professores com relação ao nível de motivação dos estudantes. As crenças explicitadas salientaram algumas características, o que nos possibilitou destacar os indicadores expostos na Tabela 4, a seguir.

Tabela 4: Crenças sobre o nível de motivação dos estudantes em sala de aula

Crenças explicitadas	Ocorrências
Os alunos são desmotivados: - por falta de conteúdos básicos e/ou conteúdos abstratos e de difícil aplicação, - por falta de relevância do conteúdo, - por falta de domínio de leitura e interpretação textual, - pelo uso de celular e equipamentos eletrônicos em sala de aula, - pela estrutura física da escola.	09
Os alunos são motivados: - pelo domínio do conteúdo, - pela relevância do conteúdo, - por desafios, - pela habilidade do professor.	09

Fonte: os autores.

A maioria dos professores, sete da amostragem dos onze entrevistados, acredita que muitos estudantes se encontram desmotivados por possuírem algum tipo de problema relacionado aos conteúdos trabalhados em sala de aula. Os docentes consideram que, por vezes, os alunos não conhecem conteúdos básicos que dão suporte a novos conceitos, o que constitui um grande entrave no processo de ensino e aprendizagem:

“Esbarram nessas operações básicas e não correm atrás para aprender, não procuram se motivar para aprender. E, de uma forma geral, acontece muito no ensino médio.” (P₉)

“[...] a gente tem turmas lá no colégio que foram aprovadas na chamada ‘correção de fluxo’. [...] A gente vê o aluno pegar um enunciado e não entender, pegar uma conta daquela e não consegue resolver, a gente vê aluno extremamente desmotivado.” (P₁)

O professor P9 acredita na necessidade de os estudantes possuírem conhecimentos básicos de matemática, uma vez que esses são pré-requisitos de sua disciplina, e ainda apresenta consequências da ausência desses conhecimentos em relação ao estado motivacional dos estudantes. Na mesma direção, porém atribuindo responsabilidade às políticas públicas, o professor P1 entende que a desmotivação do estudante é consequência das lacunas em matemática e também de problemas associados à escrita e interpretação de texto.

Os docentes P4 e P7 compreendem que certos conteúdos são mais abstratos e, conseqüentemente, mais difíceis de apresentar aplicação prática, contribuindo para que os estudantes se sintam mais desmotivados por não perceberem a relevância dos conteúdos para sua vida:

“[...] outra coisa que também causa desmotivação é quando você não consegue trazer um determinado assunto para sua vida cotidiana e para exemplos práticos. [...] por exemplo, é difícil você explicar isomeria plana, não é um negócio que você consegue trazer muito fácil ao nosso cotidiano. É um assunto mais abstrato, isso não é bem aceito por eles.” (P₄)

“Por exemplo, polinômios. Como o aluno não vê de forma prática onde ele vai utilizar aquilo no dia a dia, ele se sente incompreendido, ‘não dá para entender porque eu estou estudando isso, eu não sei aonde eu vou chegar com esse resultado.’ Então, às vezes, você percebe que a turma tem dificuldade, talvez mais tarde, depois de tempo, eles vão perceber pelas aulas que vão tendo que aquilo era apenas uma ferramenta para seguir adiante. E, às vezes, você os sente desmotivados.” (P₇)

Já os professores P2 e P9 acreditam que a desmotivação dos alunos para aprender está relacionada a distrações diversas, como o uso excessivo do celular em sala de aula, algo compartilhado também pelo docente P8:

“E aquele aluno que nem olhou para tua cara, tu já tá há meia hora desenvolvendo a atividade e ele continua tentando mexer no celular.” (P8)

Outros docentes, P3 e P5, acreditam que a desmotivação está relacionada a aspectos conectados a participação do estudante em sala de aula:

“Aluno que pergunta demais, aluno que está toda hora querendo antecipar a resposta, aluno que fica, enfim, querendo buscar, mas que fica atrapalhando os outros e desmotiva a turma.” (P5)

“Acho que quando a gente propõe aqueles trabalhos de pesquisas na internet, pesquisas bibliográficas, coisas assim, que eles têm que ler e escrever sobre o assunto. Isso eles não gostam, se desmotivam.” (P3)

Para P5, o aluno que busca a participação excessiva em sala de aula pode desmotivar os demais. O docente P3, por sua vez, acredita que são as atividades que demandam esforços de leitura e escrita as responsáveis pelo desinteresse dos alunos.

Por fim, o docente P4 considera que uma sala com estrutura inadequada desmotiva os estudantes para aprender, para tanto exemplifica da seguinte forma:

[...] nós tínhamos um grupo enorme de alunos em uma sala de aula totalmente inadequada, que não possuía capacitações técnicas para esse tipo. Por exemplo, ela não tinha um quadro que alcançasse todos os alunos e a estrutura física da sala de aula era ruim (P4).

Sobre estudantes com alto nível de motivação, os docentes P1, P6 e P7 conjecturam que quando estes entendem o conteúdo exposto pelo professor, sentem-se mais motivados a executar as atividades propostas, mais confiantes para enfrentar novos desafios:

“[...] quando você pega um aluno que tem uma boa base, quando ele entende o conteúdo, ele fica motivado. Quando ele entende, quando ele pega um exercício, resolve e acerta; pega o segundo, resolve e acerta, aí você vê que eles vão ficando cada vez mais motivados, porque eles percebem que estão aprendendo.” (P1)

“Eu via de forma clara e percebo a motivação nos alunos quando eles vão entendendo a matéria. Quando o aluno entende a matéria, ele quer fazer exercício, ele quer ser desafiado com exercícios mais difíceis, e quando ele vai acertando, ele vai atrás.” (P7)

“Eu senti eles bem-motivados por terem entendido a matéria, por conseguirem assimilar bem e estavam bem empolgados.” (P6)

Já o docente P2 acredita que a relevância de determinado conteúdo motiva os estudantes para aprender:

“[...] para citar exemplos hoje, por coincidência, tem uma menina, uma aluna, que ela quer ser ortopedista. E eu sempre falo para ela: ‘tu és um pontinho fora da curva’. Porque não tem mulher ortopedista, isso é muito legal. Aí hoje eu mostrei para eles um trequinho de uma cirurgia de reconstrução de ligamento cruzado. Cara, o olhinho dela brilhava, e essa parte motivacional contagiou a turma, todo mundo ficou ligado nela, vendo a reação dela. Assistindo como foi ‘feito’ a minha cirurgia e tal, e ela adorou aquilo. Então, a gente os vê algumas vezes muito motivados em alguns aspectos quando a gente vai para laboratório, a Biologia tem essa saída. A coisa mais simples que você fizer em um laboratório, fermentação, ver o gás carbônico enchendo o balão, eles adoram isso. Extração de DNA, ‘pegar’ DNA na mão, coisas simples, mas que nesses momentos a gente sente eles altamente motivados.” (P2)

A emoção expressada pela referida aluna de P2 se deu pelo fato que o conteúdo abordado naquele momento se referia a um assunto que lhe interessava e era relevante para sua vida. Este episódio é um exemplo de motivação intrínseca, já que o tema era importante e fonte de satisfação para a aluna.

Os professores P3 e P4 também acreditam que os estudantes que percebem a relevância do conteúdo são os mais motivados.

"[...] todos ficaram bem-motivados quando a gente fez um trabalho com materiais reciclados [...] foram muito criativos e foram muito além do que eu esperava, apareceram vários tipos de novidades, e eles estavam realmente motivados." (P3)

"O que gera muita motivação positiva e que o aluno vai te explorar muito é quando abordamos questões polêmicas, por exemplo, quando aconteceu a questão do tsunami no Japão e que houve o acidente na usina nuclear de Fukushima, eu montei uma aula, na época, sobre radioatividade." (P4)

Vale ressaltar que o professor P3 acrescenta que a atividade, além de ser significativa, promoveu a criatividade, o que demonstra sua percepção do engajamento cognitivo dos estudantes participantes.

O docente P8, assim como P10, acredita que o alto nível de motivação dos estudantes é proporcionado pelas ações do professor:

"[...] a gente consegue perceber ainda que um, dois alunos se entregam com motivação maior. Ele consegue 'linkar', trazer exemplos, trazer o professor, aí tu sentes que aquele aluno ou aqueles alunos você realmente conseguiu trazer ao seu objetivo." (P8)

"Acredito que numa sala com cerca de 45/50 alunos, a heterogeneidade dificulta a percepção de motivação de todos ao mesmo tempo. Claro que muitas vezes é o tipo de aula, a forma de trabalho do professor que pode trazer aquele aluno menos motivado para a realidade da situação/aula." (P10).

O docente P8 acredita que o professor pode promover um espaço para que o estudante interaja, e nesta interação, a motivação do estudante irá emergir. Por outro lado, P10 justifica que o grande número dos estudantes por sala e o fato de os indivíduos serem diferentes torna difícil avaliar o estado motivacional de cada estudante, contudo o docente acredita que a habilidade do professor é fundamental para a motivação de todos.

Crenças sobre a influência do professor na motivação dos estudantes

Nesta categoria, apresentaremos as crenças dos professores sobre o papel da motivação no planejamento das aulas. As crenças explicitadas salientaram algumas

características, o que nos possibilitou destacar os **indicadores** expostos na Tabela 5, a seguir.

Tabela 5: Crenças sobre a influência do professor na motivação dos estudantes

Crenças explicitadas	Ocorrências
O professor influencia a motivação dos alunos para aprender: - com sua própria motivação para ensinar.	11
Existem algumas fontes de motivação dos professores: - satisfação em ensinar, - valorização profissional, - perceber que o estudante entendeu o conteúdo ensinado, - ter boa formação acadêmica, - apoio da família.	21

Fonte: os autores.

Todos os docentes acreditam que a motivação do professor para ensinar influencia a motivação do estudante para aprender. Essa crença está apoiada amplamente nas respostas atitudinais dos estudantes em relação ao estado motivacional do professor:

“Um professor motivado é fundamental para que ele traga motivação para um aluno.” (P₄)

“Se você entra em sala de aula e não tem aquela energia, não tem aquela vontade de ensinar e fazer com que eles vão atrás, o que acontece? Eu acho que falta esse elo, essa referência [...]. E, realmente, para quem é professor nato, não tem maior satisfação do que ouvir o aluno dizer que aprendeu com você. Isso motiva o professor e faz com que motive o aluno.” (P₇)

“Eu acho que, acima de tudo, não tem como você motivar alguém para aprender alguma coisa se você não está motivado para ensinar e trocar alguma coisa com aquela pessoa [...]. O professor tem que estar motivado a ensinar para poder atingir o aluno de forma que se sinta motivado a aprender.” (P₉)

“Eu acho que, acima de tudo, não tem como você motivar alguém para aprender alguma coisa se você não está motivado para ensinar e trocar alguma coisa com aquela pessoa. É impossível, se essa relação for quebrada o aluno não tem como se motivar para aprender. Então, para mim, acima de tudo o professor tem que estar motivado para ensinar, senão o estudante não vai estar motivado a aprender. Como o ser humano vai buscar motivação para ensinar alguém se ele não está motivado? Esse caminho não tem dois sentidos, ele tem um só. O professor tem que estar motivado a ensinar para poder atingir o aluno de forma que se sinta motivado a aprender.” (P₉)

Os docentes P₄ e P₇ acreditam que a motivação do professor para ensinar influencia a motivação do estudante para aprender por meio da resposta de estudantes quando se deparam com as duas situações: o docente se sente motivado e o docente

não se sente motivado. Todavia, o docente P_7 apresenta uma reflexão na qual mostra aspectos positivos associados ao fato de o professor estar motivado para ensinar e atribui uma conotação negativa quando ocorre o contrário, ainda que o professor não tenha responsabilidade sobre eventuais contratemplos. Já o docente P_9 vai além, pois acredita que o fato de o professor estar motivado para ensinar é uma necessidade, mais do que isso, trata-se de uma relação que não pode ser quebrada, caso contrário, não haverá motivação para aprender.

Seis docentes acreditam que a satisfação em ensinar é uma fonte de motivação do professor. Assim, uma característica atribuída a esse tipo de docente é justamente o fato de gostar de ensinar, por mais que existam outros elementos que motivem o professor, como diz o professor P_2 , *“é esse o ponto principal, o gostar de dar aula, o gostar de ensinar”*. Eles declaram que, em determinados conteúdos, a ministração transcorre com tanta perfeição que chega a motivar os estudantes e o próprio docente. Sobre isso, o docente P_1 diz que *“quando você vai ‘dá’ uma aula e consegue encontrar elementos que, além de motivar os alunos, vão te motivar também, então você prepara uma aula bacana, uma aula diferente, isso motiva”*.

Além disso, os docentes acreditam que os estudantes demonstram mais atenção quando percebem que o professor desempenha suas atividades porque gosta:

“Com certeza, o aluno está muito mais aberto para aprender, muito mais predisposto a aprender quando ele vê que o professor está ali e gosta do que ele ‘tá’ fazendo, está motivado a fazer o aluno aprender, que ele está com vontade de fazer isso.” (P_9)

Seis docentes acreditam que a valorização profissional, em particular, com boa remuneração da atividade, é uma fonte de motivação para o professor, como atesta o relato de P_4 :

“[...] a situação financeira do professor é fundamental para que esse ‘cara’ dê uma boa aula. [...] O clima da escola, o ambiente de trabalho da escola e com os colegas de trabalho ajudam na motivação do professor. [...] a direção da escola, o teu chefe superior, ele tem que saber trabalhar em equipe, ele tem que estar motivado.” (P_4)

Wang (2004) argumenta que o status social percebido, a valorização da atividade com planos de carreira e salários atrativos, além da seguridade são fatores que favorecem a motivação na carreira docente. Simões, Custódio, Rezende Junior (2016) também sinaliza nesta direção ao afirmar que mesmo aspirantes à docência buscam o reconhecimento do status da carreira de professor.

O docente P_4 acredita, ainda, que a valorização profissional se refere também aos tipos de relações existentes no ambiente de trabalho. Boas relações com os colegas no espaço profissional contribuem para o bem-estar de modo geral. Em especial, destacou a figura do diretor escolar como elemento de motivação de toda a equipe docente.

A percepção de que o estudante aprendeu e obteve bom desempenho, ou seja, o sentimento de sucesso no ensino também é uma fonte que os docentes acreditam gerar motivação:

“Eu gosto de ensinar e gosto de ver que a pessoa aprendeu, e eu não fico satisfeito enquanto eu não vejo que a pessoa aprendeu.” (P_2)

“Não adianta o aluno me dar um feedback bom porque gosta de mim, ele tem que me dar um feedback do que eu ensinei. E, também, assim, o gostar da gente também influencia, passar em turma que eu dei aula e eles me elogiarem por terem gostado do meu trabalho.” (P_3)

A satisfação do docente P_2 está ligada à certeza de que o estudante aprendeu. Similarmente, o docente P_3 acredita que receber um *feedback* positivo do estudante é fundamental para a manutenção da motivação do docente. Contudo, o docente chama atenção para o tipo de resposta que recebe em relação ao seu trabalho.

Por outro lado, P_5 acredita que reconhecimento dos estudantes em relação ao trabalho realizado se dá de uma forma diferente:

“O bom professor é aquele que se torna gradativamente desnecessário”. [...] É essa a minha motivação diária, fazer com o que meus alunos não precisem mais de mim.” (P_5)

O docente afirma tentar fazer com que seus estudantes tenham um nível de conhecimento, de maturidade e de motivação suficientes para conseguirem, por conta própria, entender os conteúdos.

Apesar de todos os docentes acreditarem que sua própria motivação para ensinar influencia a do estudante para aprender, os relatos dos docentes não apresentam grande profundidade em relação ao papel do professor na promoção da motivação estudantil por intermédio de suas ações e sua motivação. Isso se coaduna com a sugestão de Patrick e Pintrich (2001), de que os professores geralmente creem que a motivação dos estudantes é uma característica relativamente estável.

Crenças relacionadas à origem das crenças sobre motivação

Nesta categoria, apresentaremos as crenças dos professores acerca da origem das crenças sobre motivação. As crenças explicitadas salientaram algumas características, o que nos possibilitou destacar os **indicadores** expostos na Tabela 6, a seguir.

Tabela 6: Crenças relacionadas à origem das crenças sobre motivação

Crenças explicitadas	Ocorrências
Experiência como profissional docente: - conversa com os colegas, - na prática docente.	09
Experiência como alunos: - experiência como alunos no Ensino Médio e na Graduação.	06
Experiências pessoais não ligadas à carreira docente: - posicionamento da família do docente, - posicionamento da família do docente e fatores de ordem financeira.	04

Fonte: os autores.

Nove docentes acreditam que a origem das crenças sobre a motivação dos estudantes foi a experiência profissional docente. Isso pode ser explicado pelo fato de que nenhum dos docentes entrevistados relatou ter durante a graduação conhecimento acadêmico específico sobre a motivação dos estudantes para aprender, o que aparentemente foi suprido pela vivência escolar e pelo contato com outros profissionais da área. É o que afirma, por exemplo, o docente P₁₁: “*eu nunca estudei sobre isso, então, eu aprendi um pouco na escola, do que é e como os alunos vão se motivar*”.

O docente P₄, ao justificar sua crença, elucida que teve a oportunidade de estudar algo sobre motivação do estudante somente na pós-graduação e lamenta o fato de ter estudado disciplinas durante a licenciatura que não contribuíram muito na aplicação de sua prática docente:

“Eu fui ter alguma coisa acadêmica na pós-graduação [...]. Ali, a gente aprende algumas técnicas de motivação, mas a graduação foi uma decepção em termos de motivação e de novas técnicas para motivar. Isso não se aprende na faculdade, infelizmente.” (P₄)

Pelos relatos dos docentes é possível perceber que as crenças sobre motivação do estudante vão se construindo de maneira informal nas interações que o ocorrem na escola entre os professores e nas práticas realizadas, como declaram P₆ e P₂:

“[...] o bate papo com outros professores ajuda bastante, principalmente com aqueles que são mais experientes do que eu.” (P₆)

"[...] experiência em sala de aula e dos papos com os colegas, a gente almoça junto, está 'trocando figurinhas'. Aí você dá aula uma vez, vê que isso não funciona, então muda e melhora [...]." (P₂)

Seis docentes acreditam que as origens das suas crenças sobre motivação dos estudantes foram as experiências vividas ainda como estudantes. O docente P₁ considera mais a experiência do Ensino Médio, enquanto o docente P₂ aponta a relevância dos modelos que teve no Ensino Superior:

"Eu tinha excelentes professores que de maneiras diversas sabiam motivar no ensino médio. [...] E eu procuro trazer exemplos daquela época, muitas coisas a gente não lembra, mas muita coisa a gente lembra, os tempos mudaram, mas tem coisas ainda que continuam válidas." (P₁)

"[...] a formação acadêmica também, acho que todo mundo tem seus espelhos, eu tenho quatro professores na universidade que me serviram de espelho, um deles é o professor que me deu a disciplina de genética na faculdade [...]. Ele sempre falava isso, 'tu tens que gostar do que tu fazes.'" (P₂)

Ambos os docentes buscam resgatar elementos das experiências que tiveram como estudantes para incorporar em sua atividade letiva. Da mesma forma, o docente P₅ também acredita que suas crenças sobre motivação foram forjadas na sua época de estudante na graduação:

"[...] é um pouco do que a gente aprendeu na faculdade, da importância, na verdade, de ensinar algo realmente com critério, não simplesmente largado, saber do que está falando, um pouco de experiência que eu tive com os meus professores [...]." (P₅)

Já o professor P₉ atribui a origem de suas crenças sobre a motivação dos estudantes para aprender ao que incorporava indiretamente observando as práticas dos seus professores e também a prática docente:

"[...] Eu acredito que a minhas crenças sobre motivação foram feitas através de um elo, a experiência que eu estava tendo dentro da sala de aula, como aluno, e com a experiência de sala de aula como professor. Muitas vezes, eu vi no meu professor na sala de aula de graduação tudo que eu não queria ser como professor." (P₉)

Somos levados a considerar que aspectos associados à vida escolar (ter tido um professor que transmite valores, que orienta os estudantes, que é atencioso, que é organizado) foram ao longo da vida se consolidando no seu pensamento e contribuindo juntamente com outros elementos para a formação das crenças destes docentes. Assim, boas experiências, como estudantes, são exemplos a serem seguidos ao passo que experiências malsucedidas tendem a afastar certas atitudes e procedimentos.

Quatro docentes entendem que fatores de ordem financeira e o posicionamento da família contribuíram para a formação do que acreditam sobre a motivação dos estudantes para aprender. Para o docente P_7 , o crédito é dado unicamente ao posicionamento de seus pais sobre a motivação, algo que o docente se apropriou e usa com seus estudantes:

“Quando eu começo a trabalhar com os alunos, eu começo a perceber que assim como eu recebi essa referência que era capaz, que conseguiria atravessar dificuldades e chegar a resultados, eu mostrava para os alunos que eles também eram capazes e eu instigava neles a condição que no futuro eles vão conseguir, que eles tinham que ter paciência.” (P_7)

O docente ainda afirma que crê que, quando a mensagem motivacional vem de alguém que já passou por certas dificuldades e venceu os obstáculos difíceis, a motivação do aluno tende a ser maior. Já as crenças dos docentes P_2 e P_4 agregam dois aspectos (influência familiar e condição financeira):

“Já vem de casa, meu pai e meu avô sempre falaram para mim que a única coisa que você pode adquirir e que ninguém vai tirar é o conhecimento, sempre primaram muito pelo ensino, não tínhamos muitas condições financeiras, mas eles sempre fizeram tudo que podiam pra mim em relação ao estudo, para toda a família.” (P_2)

“A minha maior motivação veio da minha família e da minha condição social. Eu tinha uma condição social e financeira de classe baixa, pobre [...]. Enfim, [para] ter uma vida mais confortável, eu tive que adquirir a motivação para chegar a esse nível.” (P_4)

Aparentemente, as falas dos dois docentes sugerem que valores positivos recebidos por seus familiares, aliados às experiências bem-sucedidas em suas vidas, compõem uma parte significativa da origem e construção de suas crenças sobre a motivação dos estudantes. Coincidentemente, esses foram os únicos docentes que acreditam que a origem/construção de suas crenças sobre a motivação dos estudantes para aprender se deu simultaneamente por experiências como estudantes, experiências como profissionais do ensino e experiências pessoais não ligadas à carreira docente.

Discussão

Os resultados apontaram que os professores possuem crenças sobre motivação divergentes das teorias presentes na literatura especializada atual. A maioria dos docentes trouxe à luz motivos para tentar definir motivação. Motivos são fontes da

motivação, que se originam tanto no indivíduo (necessidades, cognições, emoções) quanto no ambiente no qual este está inserido (REEVE, 2006, 2016). Um motivo é a razão básica de alguém fazer alguma coisa. Conhecendo o motivo pode-se energizar, direcionar e sustentar o comportamento. Identificar os motivos é um aspecto qualitativo importante dos processos motivacionais, mas insuficiente. O potencial dos professores para promover a motivação dos estudantes requer compreensão do seu estado motivacional. Isto é, como os motivos dos estudantes se intensificam e variam de direção durante o envolvimento nas atividades escolares. Por outro lado, a ênfase em um tipo particular de motivo pode encobrir a ausência de outros. Para exemplificar: um professor cuja crença é de que a motivação é alcançar novos resultados, não incluirá em suas práticas ações que atendam às necessidades básicas (RYAN; DECI, 2000a, 2000b) ou o fortalecimento das crenças de autoeficácia (BANDURA, 1994) de seus alunos, por exemplo.

As evidências também indicam que as crenças dos professores sobre a capacidade de motivar para aprender, coerentemente com as teorias da motivação, são amplamente apoiadas na boa relação que estes conseguem estabelecer com os estudantes. Estudos mostram que relacionamentos positivos entre professor-estudante podem levar a um ambiente de sala de aula acolhedor que facilita a adaptação bem-sucedida na escola e, assim, aumenta a motivação do estudante para aprender (KOCA, 2016). Todavia, este aspecto sozinho parece compensar, em algum grau, a ausência de outras práticas motivadoras, como aquelas baseadas na promoção da autonomia, competência e pertencimento (BROC; GIL, 2008; STEFANOU *et al.*, 2004; RYAN; DECI, 2000a, 2000b). Muñoz e Ramirez (2015) argumentam que um professor com relacionamento altamente empático com seus alunos, baseado na boa comunicação e conhecimento de suas origens e interesses pessoais, pode, às vezes, tomar decisões para seus alunos (tipos de atividades, agrupamento, duração, metodologia etc.), as quais são frequentemente bem recebidas e executadas de forma autônoma por eles.

Por outro lado, os professores expressaram grande quantidade de crenças centradas no papel motivacional das metodologias utilizadas nas aulas ministradas, mas sem conectá-las à totalidade do processo educacional. Os professores enfatizam o início do processo, pouca atenção é dada durante e após a instrução. Eles acreditam que podem criar no início da instrução um pico motivacional que irá abastecer o estudante permanentemente, independentemente de qualquer outro fator que possa mitigar a motivação no tempo didático destinado à ministração de

determinado conteúdo. Influenciar a motivação do estudante envolve todo o processo educacional de forma cíclica (tarefas, valorização do estudante, organização da aprendizagem, tempo, avaliação, percepções do estudante sobre o processo) e as características do contexto em que este ocorre (MAEHR; MIDGLEY, 1991; AMES, 1992; GUIMARÃES, 2001).

Ademais, os professores valorizam aspectos que os motivam na atividade docente, no entanto, não apresentam total consciência da sua posição de participantes efetivos no ato de motivar os estudantes. O julgamento dos professores de Ciências da Natureza e Matemática sobre o nível de motivação (alto ou baixo) e as razões a que eles atribuem a motivação dos estudantes giram em torno de elementos fora do seu controle. Isto é, os professores atribuem em grande parte a falta de motivação às características intrínsecas dos estudantes ou aspectos do ambiente, sobre os quais podem atuar pouco. Na sala de aula, os profissionais do ensino investirão em comportamentos motivadores se acreditarem que a motivação do estudante é maleável, que é mutável sob sua influência. Por outro lado, é menos provável que invistam energia para mudar o que acreditam ser transitório e possivelmente mudará por si próprio (HARDRE; HENNESSEY, 2013). Em resumo, acreditar que a ausência de motivação é algo sob seu controle aumentará a probabilidade de realização de práticas que promovam a motivação do aluno para aprender (TANVEER et al, 2012).

Destacamos ainda que a maioria das crenças dos professores de Ciências da Natureza e Matemática sobre a origem das suas crenças sobre motivação e prática que promovem a motivação são atreladas à sua experiência como profissional docente, experiência passada como estudantes e, em menor grau, experiências pessoais não ligadas à carreira do magistério. Esse resultado está de acordo com diversas pesquisas que sugerem que as crenças dos professores são desenvolvidas como resultado de uma vasta experiência durante a escolaridade, experiência com conhecimento formal, experiência docente, bem como imagem desejada de si como professor (RICHARDSON, 1996; HORN *et al.* 2008). Todavia, vale ressaltar que o conhecimento formal foi pouco relevante para a formação das crenças dos professores investigados, já que poucos tiveram instrução sobre o tema motivação. Consequentemente, suas práticas para promoção da motivação dos estudantes podem ser distintas e até contraditórias em relação às teorias da motivação atuais. Consideramos que, para suprir esta lacuna, iniciativas em cursos de formação inicial e no desenvolvimento



profissional devem ser incentivadas, pois ainda é recente a preocupação com o domínio motivacional na educação científica (REISS, 2005).

Contudo, Salisbury-Glennon e Stevens (1999) mostraram que as crenças dos professores sobre como motivar seus estudantes para aprender podem não ser compatíveis com as teorias da motivação mesmo após cursos de formação de professores. Ciente disto, Guskey (2002) sugere que as mudanças mais significativas nas crenças e atitudes dos professores vêm depois que eles começam a usar uma nova prática com sucesso e verificam as mudanças na aprendizagem dos estudantes. O professor tem maior probabilidade de mudar significativamente suas crenças e atitudes a partir da percepção dos resultados de suas ações em sala de aula, sobretudo por reflexos positivos no desempenho dos estudantes. Quer dizer, não basta expor os professores a um conjunto de aportes teóricos sobre motivação para alterar suas crenças, porque elas são modificadas como efeito de melhorias nos resultados de aprendizagem dos estudantes. Nesse sentido, é necessário, tanto na formação inicial quanto no desenvolvimento profissional, promover oportunidades para os professores de Ciências da Natureza e Matemática modificarem e inovarem as práticas com base em contributos teóricos para proverem eficazmente a reorientação das crenças.

Considerações finais

Tradicionalmente, a motivação no processo educacional é percebida como uma característica relativamente estável que reside dentro dos estudantes, como algo que eles têm ou não, que trazem ou não para escola, sendo, portanto, culpados pela falta dela, independentemente de fatores contextuais (HOLT-REYNOLDS, 1992; PETERSON; SCHREIBER; MOSS, 2011). Crenças como essa pouco auxiliam na melhoria do autoconceito e desempenho dos estudantes nas atividades didáticas propostas pelos professores das disciplinas de Física, Matemática, Biologia e Química. Para que isto seja revertido, as crenças dos educadores das Ciências da Natureza e Matemática precisam ser estudadas, levando em consideração como ocorre o seu desenvolvimento. A ausência destes estudos é suscetível de bloquear as possibilidades de mudanças em todos os níveis do processo de ensino-aprendizagem (PEPIN, 1999).

A literatura mostra extensivamente que a qualidade do ensino, em especial da motivação do professor, é significativa para a qualidade motivacional dos estudantes (WOOLNOUGH, 1994; RAVED; ASSARAF; 2011). Estes estudos indicam

que o bom ensino foi caracterizado por professores sendo entusiásticos sobre suas disciplinas, inserindo-as em contextos da vida dos estudantes, desenvolvendo aulas estimulantes e bem-preparadas e mantendo boa relação interpessoal com os estudantes. O que está de acordo com a opinião de Osborne et al. (2003), segundo a qual a *mais “importante mudança que pode ser feita para melhorar a qualidade da educação científica poderia ser o recrutamento e retenção de hábeis e entusiásticos professores de ciências”* (p. 1069). Nesse sentido, buscar a reorientação das crenças dos professores de Ciências da Natureza e Matemática para valorizar mais estes aspectos durante todo processo educacional parece fundamental.

Consideramos que qualquer mudança duradoura em sala de aula passa por mudanças nas crenças. Assim, concordamos com Guirado et al. (2010) que é importante mapear as crenças dos professores para que estas sejam discutidas em momentos oportunos na formação inicial e no desenvolvimento profissional, procedimento este que poderá conduzir à uma visão mais ampla e clara sobre o papel que elas desempenham no processo de ensino-aprendizagem. Ao mesmo tempo, é possível que se estabeleça um grau de conscientização da existência das crenças e possível oportunidade de orientá-las novamente, com a incorporação de novas práticas em sala de aula.

Beliefs of nature sciences and mathematics teachers about students' motivation to learn

Abstract

Investigations of teachers' beliefs about motivation are relatively recent in the literature on motivation to learn. In this study, we analyze the beliefs of teachers of Natural Sciences and Mathematics on the subject, since they are little approached in the literature. Semi-structured interviews were conducted with 11 high school teachers, from the subjects of Physics, Mathematics, Chemistry and Biology. The data produced were processed with Content Analysis. In summary, the results showed evidence that the teachers: they have different beliefs about what is motivation from that of theories present in the current specialized literature; they believe that their ability to motivate is largely supported by the good relationship they can establish with students; they believe that they can create a motivational peak at the beginning of the instruction that will supply the student permanently, regardless of any other factor that can mitigate the motivation in the didactic time destined to teach a certain content; they believe that the origin of their beliefs are linked to experience in teaching, previous experience as students and personal experiences not linked to the teaching career. Implications for teacher training are presented.

Keywords: Teachers' beliefs; Motivation; Motivation in classroom; Beliefs about student motivation; Teacher training.

Referências

- ABELSON, Robert P. Differences between belief and knowledge systems. **Cognitive science**, v. 3, n. 4, p. 355-366, 1979.
- AMES, Carole. Classrooms: Goals, structures, and student motivation. **Journal of educational psychology**, v. 84, n. 3, p. 261, 1992.
- BANDURA, Albert. Self-efficacy. In: Ramachandran, V. S. (ed.), **Encyclopedia of Human Behavior**. Vol. 4. New York: Academic Press, pp. 71-81, 1994.
- BANDURA, Albert. Uma perspectiva agente da psicologia positiva. **Psicologia positiva**, v. 1, p. 167-196, 2008.
- BANDURA, Albert; BANDURA, A.; AZZI, R. G. Teoria social cognitiva no contexto cultural. **Teoria social cognitiva: diversos enfoques. Campinas: Mercado de Letras**, p. 45-82, 2017 a.
- BANDURA, Albert. A crescente primazia da agência humana na adaptação e mudança na era eletrônica. **Teoria social cognitiva: diversos enfoques. Campinas: Mercado de Letras**, p. 83-128, 2017 b.
- BARDIN, Laurence. **Análise do discurso**. Lisboa: Edições, v. 70, 1977.
- BERGER, Jean-Louis et al. Teaching experience, teachers' beliefs, and self-reported classroom management practices: A coherent network. **SAGE open**, v. 8, n. 1, p. 01-12, 2018.
- BJØNNES, Birgitte; KNAIN, Erik. A science teacher's complex beliefs about nature of scientific inquiry. **NorDiNa: Nordic Studies in Science Education**, v. 14, n. 1, p. 54-67, 2018.
- BLACK, Aaron E.; DECI, Edward L. The effects of instructors' autonomy support and students' autonomous motivation on learning organic chemistry: A self-determination theory perspective. **Science education**, v. 84, n. 6, p. 740-756, 2000.
- BORG, Simon. The impact of in-service teacher education on language teachers' beliefs. **System**, v. 39, n. 3, p. 370-380, 2011.
- BORG, Simon; AL-BUSAIDI, Saleh. Teachers' beliefs and practices regarding learner autonomy. **ELT journal**, v. 66, n. 3, p. 283-292, 2012.
- BRICKHOUSE, Nancy W. Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. **Journal of teacher education**, v. 41, n. 3, p. 53-62, 1990.
- BROC CAVERO, Miguel Ángel et al. Motivación y rendimiento académico en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato LOGSE. **Revista de educación**, 2006.
- BROC CAVERO, Miguel Ángel; GIL, Carmen Cirio. Predicción del rendimiento académico en alumnos de ESO y Bachillerato mediante el Inventario Clínico para Adolescentes de Millon (escala MACI). **Anales de Psicología/Annals of Psychology**, v. 24, n. 1, p. 158-167, 2008.
- BZUNECK, José Aloyseo; BORUCHOVITCH, Evely; BZUNECK, José Aloyseo. **A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea**. Petrópolis: Editora Vozes, p. 9-36, 2009.
- CHEN, Xiaosu; VIBULPHOL, Jutarat. An Exploration of Motivational Strategies and Factors That Affect Strategies: A Case of Chinese EFL Teachers. **International Education Studies**, v. 12, n. 11, p. 47-58, 2019.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; PINHO-ALVES, J. A Qualidade da Motivação em Estudantes de Física do Ensino Médio. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (En línea)**, v. 9, p. 84-95, 2014.

CUSTÓDIO, J. F.; CLEMENT, L.; FERREIRA, G. K. Crenças de professores de física do ensino médio sobre atividades didáticas de resolução de problemas. **REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, p. 225-252, 2012.

D'ELISA, Teresa M. **Student motivation: Teacher perceptions, beliefs and practices**. Philadelphia-USA: *PCOM Psychology*, 2015. Dissertação, Philadelphia College Of Osteopathic Medicine - Department Of Psychology, Philadelphia College Of Osteopathic Medicine, 2015.

DECI, Edward L.; RYAN, Richard M. The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. **Psychological inquiry**, v. 11, n. 4, p. 227-268, 2000.

DOLEZAL, Sara E. et al. How nine third-grade teachers motivate student academic engagement. **The elementary school journal**, v. 103, n. 3, p. 239-267, 2003.

FULMER, Sara M.; FRIJTERS, Jan C. A review of self-report and alternative approaches in the measurement of student motivation. **Educational Psychology Review**, v. 21, n. 3, p. 219-246, 2009.

GUIMARÃES, Sueli ER. A organização da escola e da sala de aula como determinante da motivação intrínseca e da meta aprender. **A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea**, v. 3, p. 78-95, 2001.

GUIRADO, Ana María et al. ¿Cuál es la representación que tienen los docentes acerca de ser un buen alumno de física y aprender física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, p. 618-632, 2010.

GUSKEY, Thomas R. Does it make a difference? Evaluating professional development. **Educational leadership**, v. 59, n. 6, p. 45, 2002.

HARDRÉ, Patricia L.; HENNESSEY, Maeghan N. What they think, what they know, what they do: Rural secondary teachers' motivational beliefs and strategies. **Learning Environments Research**, v. 16, n. 3, p. 411-436, 2013.

HARDRÉ, Patricia L.; SULLIVAN, David W. Motivating adolescents: High school teachers' perceptions and classroom practices. **Teacher Development**, v. 13, n. 1, p. 1-16, 2009.

HOLT-REYNOLDS, Diane. Personal history-based beliefs as relevant prior knowledge in course work. **American educational research journal**, v. 29, n. 2, p. 325-349, 1992.

HORN, Ilana S. et al. Developing practices in multiple worlds: The role of identity in learning to teach. **Teacher Education Quarterly**, v. 35, n. 3, p. 61-72, 2008.

HUFTON, Neil R.; ELLIOTT, Julian G.; ILLUSHIN, Leonid. Teachers' beliefs about student motivation: Similarities and differences across cultures. **Comparative Education**, v. 39, n. 3, p. 367-389, 2003.

JONES, M. Gail; VESILIND, Elizabeth. Estruturas cognitivas de professores de formação inicial para gerenciamento de classe. **Ensino e formação de professores**, v. 11, n. 4, p. 313-330, 1995.

KAGAN, Dona M. Ways of evaluating teacher cognition: Inferences concerning the Goldilocks principle. **Review of educational research**, v. 60, n. 3, p. 419-469, 1990.

KOCA, Fatih. Motivação para Aprender e Relação Professor-Aluno. **Jornal de Educação e Liderança Internacional**, v. 6, n. 2, p. 2, 2016.

MAEHR, Martin L.; MEYER, Heather A. Understanding motivation and schooling: Where we've been, where we are, and where we need to go. **Educational psychology review**, v. 9, n. 4, p. 371-409, 1997.

MANSFIELD, Caroline F.; VOLET, Simone E. Impact of structured group activities on pre-service teachers' beliefs about classroom motivation: An exploratory study. **Journal of Education for Teaching**, v. 40, n. 2, p. 155-172, 2014.

MUÑOZ, Ana; RAMIREZ, Marta. Concepções de professores sobre motivação e práticas motivadoras na aprendizagem de uma segunda língua: uma perspectiva da teoria da autodeterminação. **Teoria e Pesquisa em Educação**, v. 13, n. 2, p. 198-220, 2015.

MURPHY, P. Karen; ALEXANDER, Patricia A. A motivated exploration of motivation terminology. **Contemporary educational psychology**, v. 25, n. 1, p. 3-53, 2000.

NESPOR, Jan. O papel das crenças na prática docente. **Jornal de estudos do currículo**, v. 19, n. 4, p. 317-328, 1987.

OGAN-BEKIROGLU, Feral; AKKOÇ, Hatice. CRENÇAS INSTRUTIVAS DOS PROFESSORES DE PRESERVIO E EXAME DA COERÊNCIA ENTRE CRENÇAS E PRÁTICAS. **Revista Internacional de Ciências e Educação Matemática**, v. 7, n. 6, p. 1173-1199, 2009.

OLIVEIRA, R. L. S. Crenças de professores do ensino médio sobre motivação dos alunos para aprender em disciplinas científicas. 2015. 171 fl. Dissertação (Mestrado em PPG em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

OSBORNE, Jonathan; SIMON, Shirley; COLLINS, Sue. Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. **International journal of science education**, v. 25, n. 9, p. 1049-1079, 2003.

PAJARES, Frank; KRANZLER, John. Self-efficacy beliefs and general mental ability in mathematical problem-solving. **Contemporary educational psychology**, v. 20, n. 4, p. 426-443, 1995.

PAJARES, Frank; MILLER, M. David. Role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem solving: A path analysis. **Journal of educational psychology**, v. 86, n. 2, p. 193, 1994.

PAJARES, M. Frank. Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. **Review of educational research**, v. 62, n. 3, p. 307-332, 1992.

PATRICK, Helen; PINTRICH, Paul R. Conceptual change in teachers' intuitive conceptions of learning, motivation, and instruction: The role of motivational and epistemological beliefs. **Understanding and teaching the intuitive mind: Student and teacher learning**, p. 117-143, 2001.

PEPIN, Birgit. Epistemologies, beliefs and conceptions of mathematics teaching and learning: The theory, and what is manifested in mathematics teachers' work in England, France and Germany. **TNTEE Publications**, v. 2, n. 1, p. 127-146, 1999.

PETERSON, Sarah; SCHREIBER, Jim; MOSS, Connie. Changing Preservice Teachers' Beliefs about Motivating Students. **Teaching educational psychology**, v. 7, n. 1, p. 27-39, 2011.

PINTRICH, Paul R. A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. **Journal of educational Psychology**, v. 95, n. 4, p. 667, 2003.

- RAMNARAIN, Umesh; HLATSWAYO, Manzini. Teacher beliefs and attitudes about inquiry-based learning in a rural school district in South Africa. **South African Journal of Education**, v. 38, n. 1, 2018.
- RAVED, Lena; ASSARAF, Orit Ben Zvi. Attitudes towards science learning among 10th-grade students: A qualitative look. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 9, p. 1219-1243, 2011.
- REEVE, Jonhmarshal. **Motivação e Emoção**. (4a ed.). (L. A. F. Pontes & S. Machado, Trads.). Rio de Janeiro: LTC. 2006.
- REEVE, Johnmarshall. A grand theory of motivation: Why not? **Motivation and Emotion**, v. 40, n. 1, p. 31-35, 2016.
- REISS, Michael J. A importância do afeto na educação científica. In: **Beyond Cartesian Dualism**. Springer, Dordrecht, p. 17-25, 2005.
- RICHARDSON, Virginia. The role of attitudes and beliefs in learning to teach. **Handbook of research on teacher education**, v. 2, n. 102-119, p. 273-290, 1996.
- ROKEACH, Milton. **Beliefs, attitudes and values: A theory of organization and change**. Jossey-Bass, 1972.
- RUFINI, Sueli Edi; BZUNECK, José Aloyseo; OLIVEIRA, Katya Luciane de. Estudo de validação de uma medida de avaliação da motivação para alunos do ensino fundamental. **Psico-usf**, v. 16, p. 1-9, 2011.
- RYAN, Richard M.; DECI, Edward L. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. **American psychologist**, v. 55, n. 1, p. 68-78, 2000a.
- RYAN, Richard M.; DECI, Edward L. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. **Contemporary educational psychology**, v. 25, n. 1, p. 54-67, 2000b.
- SALISBURY-GLENNON, Jill D.; STEVENS, Robert J. Addressing preservice teachers' conceptions of motivation. **Teaching and Teacher Education**, v. 15, n. 7, p. 741-752, 1999.
- SCHUNK, Dale H. Self-efficacy and academic motivation. **Educational psychologist**, v. 26, n. 3-4, p. 207-231, 1991.
- SHAVER, Phillip et al. Emotion knowledge: further exploration of a prototype approach. **Journal of personality and social psychology**, v. 52, n. 6, p. 1061, 1987.
- SIMÕES, B. S.; CUSTÓDIO, J. F.; REZENDE JUNIOR, M. F. Motivações de licenciandos para escolha da carreira de professor de Física. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 16, p. 77-107, 2016.
- SILVIA, Paul J. Interest and interests: The psychology of constructive capriciousness. **Review of General Psychology**, v. 5, n. 3, p. 270-290, 2001.
- STEFANOU, Candice R. et al. Apoiar a autonomia na sala de aula: maneiras como os professores incentivam a tomada de decisões e a apropriação dos alunos. **Psicólogo educacional**, v. 39, n. 2, p. 97-110, 2004.
- STIPEK, Deborah J. et al. Teachers' beliefs and practices related to mathematics instruction. **Teaching and teacher education**, v. 17, n. 2, p. 213-226, 2001.



SVINICKI, M. Fostering a mastery goal orientation in the classroom. U SA Meyers i JR Stowell (Ur.). **Essays from e-xcellence in teaching**, v. 9, p. 25-28, 2010.

TANVEER, Muhammad Asif et al. Influência do professor na motivação de aprendizagem dos alunos nos estudos das ciências de gestão. **American Journal of Scientific Research**, v. 67, n. 1, p. 76-87, 2012.

TRIVIÑOS, Augusto Nibaldo Silva. Pesquisa qualitativa. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, p. 116-173, 1987.

VAN HANEGHAN, James P. et al. Teacher beliefs about motivating and teaching students to carry out engineering design challenges: Some initial data. **Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)**, v. 5, n. 2, p. 1, 2015.

WANG, Hsiou-Huai. Why teach science? Graduate science students' perceived motivations for choosing teaching as a career in Taiwan. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 1, p. 113-128, 2004.

WOOLFOLK HOY, Anita; MURPHY, P. Karen. **Teaching educational psychology to the implicit mind**. 2001.

WOOLNOUGH, Brian E. **Effective Science Teaching. Developing Science and Technology Education**. Open University Press, 1900 Frost Road, Suite 101, Bristol, PA 19007 (hardcover: ISBN-0-335-19134-7; paperback: ISBN-0-335-19133-9), 1994.

WRIGHT, Rex. Motivation theory essentials: Understanding motives and their conversion into effortful goal pursuit. **Motivation and Emotion**, v. 40, n. 1, p. 16-21, 2016.

ZEICHNER, Kenneth M. **A formação reflexiva de professores: idéias e práticas**. Educa, 1993.

ZENORINI, Rita da Penha Campos; SANTOS, Acácia Aparecida Angeli dos. Teoria de Metas de Realização: fundamentos e avaliação. **Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo**, p. 99-125, 2010.

APÊNDICE A – PROTOCOLO DE ENTREVISTA

Informações Gerais

1. Nome Completo:
2. Sobre sua formação superior (Graduação)
 - a) Qual o Curso:
 - b) Qual a Instituição:
 - c) Qual o ano de início e de conclusão:
3. Sobre sua formação a nível de Pós-Graduação:
 - a) Nível: Especialização () Mestrado () Doutorado () Pós-Doutorado () não possui ()
 - b) Qual a Instituição?
 - c) Qual o ano de início e de conclusão:
4. Qual o seu regime de trabalho semanal?
10 h () 20 h () 30 h () 40 h ()
Sendo maior ou menor identifique o número de horas ()
5. Qual a Instituição que você trabalha? Ela é pública ou privada?
Disciplinas e série que leciona:
Disciplina: _____
Série: _____
Há quanto tempo você leciona? _____

Sobre o objeto de Estudo

1. O que é motivação para você? O que você entende por motivação para aprender?
2. Para você, qual a importância de ter um estudante motivado em sala de aula? Qual a importância da motivação para que o aluno aprenda?
3. Que aspectos você acredita que influenciam na motivação dos alunos para aprender?
4. Você considera a motivação para aprender uma característica própria de cada estudante? Explique.



5. Acredita que pode atuar de forma a alterar o estado motivacional de seus estudantes? Explique como você pode motivar seus estudantes para aprender? Quais estratégias específicas você faz para motivar seus estudantes?
6. Alguma vez você percebeu seus estudantes altamente motivados em sala de aula? Exemplifique.
7. Alguma vez você percebeu seus estudantes altamente desmotivados em sala de aula? Exemplifique.
8. Em que medida a preocupação com a motivação dos estudantes para aprender influencia o planejamento de suas aulas? Detalhe.
9. Você acredita que a sua motivação para ensinar influencia na motivação dos estudantes para aprender?
10. Como você adquiriu/construiu suas crenças sobre a motivação dos estudantes para aprender? De onde vieram suas crenças?

Buracos Negros, História da Ciência e Ensino de Física

Ricardo Roberto Plaza Teixeira*, João Pereira Neto**, Vinicius Carvalho Rosa***

Resumo

Este artigo examina o potencial existente no uso do conceito de buraco negro como eixo temático para atividades de ensino de física e de divulgação científica, tendo em vista especialmente a história do desenvolvimento histórico das ideias acerca deste objeto da astrofísica. Para a fundamentação teórica deste artigo foi feita uma extensa revisão da literatura científica acerca do tema, por meio da análise de trabalhos apresentados em congressos acadêmicos, artigos publicados em revistas especializadas, teses de doutorado, dissertações de mestrado e livros. Para um estudo mais bem estruturado sobre a história da evolução do conceito de buraco negro desde o final do século XVIII, foram utilizados artigos originais de cientistas como Michell, Laplace, Einstein, Schwarzschild, Droste, Oppenheimer, Hawking, Kerr, Penrose, Ghez e Genzel. Os links para que os leitores possam acessar estes artigos são apresentados junto com as referências bibliográficas. O estudo dos buracos negros e da história da ciência associada a eles se apresenta como um excelente eixo temático para a realização de atividades interdisciplinares que podem colaborar significativamente para o processo de aprendizagem dos alunos.

Palavras-chave: Astrofísica; Divulgação Científica; Artigo Original; História da Ciência.

-
- * Doutor em Física pela Universidade de São Paulo e docente do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), campus Caraguatatuba. E-mail: rteixeira@ifsp.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7124-1774>
- ** Licenciando em Matemática pelo Instituto Federal de São Paulo (IFSP), campus Caraguatatuba. E-mail: jpn.mnb@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9849-0305>
- *** Graduado em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pelo Instituto Federal de São Paulo (IFSP), campus Caraguatatuba. E-mail: v.rosa@aluno.ifsp.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9945-2581>

<https://10.5335/rbecm.v5i2.12927>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em: 06/09/2021; Aceito em: 17/06/2022

ISSN: 2595-7376



Introdução

Este artigo analisa o potencial educacional existente no uso de temas relacionados ao estudo dos buracos negros e de diferentes momentos históricos que ocorreram para a produção deste conceito científico como norteadores de atividades de ensino de física e de divulgação científica. No transcorrer dessa pesquisa foi feita uma robusta revisão bibliográfica sobre a História do conceito de buraco negro, inclusive com o acesso a inúmeros artigos originais de valor histórico, como fontes primárias – de cientistas como Michell, Laplace, Einstein, Schwarzschild, Droste, Oppenheimer, Hawking, Kerr, Penrose, Ghez e Genzel – que estão disponíveis na internet e podem ser úteis para a estruturação e a execução de ações educacionais de ensino de física tendo o conceito de buraco negro como eixo temático.

As fontes primárias consultadas envolvem obras escritas desde o final do século XVIII até o século XXI, a grande maioria delas disponíveis livremente para serem acessadas na internet. Outros trabalhos tanto sobre astronomia e astrofísica, quanto sobre educação científica, foram encontrados a partir de buscadores como o “Google Acadêmico” (“Google Scholar”) e o “Scielo”, restringindo-se basicamente a trabalhos produzidos a partir do ano 2000 e usando como palavras-chave, para o procura, termos como “buraco negro”, “astrofísica”, “história da ciência”, “ensino de física”, “ensino de astronomia” e “divulgação científica”. Dentre os procedimentos realizados com as fontes usadas neste trabalho, foram feitos fichamentos para sistematizar os conhecimentos abordados nelas e que fossem úteis para desenvolver as ideias relacionadas ao eixo temático central deste ensaio, a saber, o uso do conceito de Buraco Negro e da sua História em atividades de ensino e de divulgação científica.

Na “Introdução”, deste artigo, que se caracteriza como um ensaio, é abordada a relevância da inserção da astronomia e da sua história tanto em ações de popularização da ciência, quanto no ensino de disciplinas científicas, em particular, no ensino de física. Em seguida, na seção “A História do conceito de Buraco Negro” são analisados diversos momentos da história da construção do conceito de buraco negro desde o final do século XVIII até o século XXI, com o intuito de desvendar os desafios e as concepções científicas existentes em cada período histórico e examinar as possíveis contribuições destes conhecimentos para o processo de aprendizagem no âmbito da disciplina de física. Nas “Considerações Finais” é realizada uma avaliação

panorâmica acerca das possíveis contribuições das questões e dos conhecimentos abordados no âmbito da educação científica.

A Astronomia no Ensino

Os temas de Astronomia geralmente despertam o interesse das pessoas das mais variadas idades, classes sociais e, até mesmo, graus de escolaridade, sendo, portanto, um campo com diversas potencialidades para o uso em propostas de ensino de ciências e de divulgação científica. A astronomia é também uma área aberta, na educação, para discussões e conexões com diversas outras disciplinas do conhecimento humano, sejam elas das ciências naturais (física, química, biologia, matemática), das ciências humanas (história, geografia, filosofia, sociologia) e até mesmo das artes (cinema, literatura, música, teatro), permitindo que os problemas sejam abordados de forma não fragmentada, colaborando para o desenvolvimento cognitivo do aluno nestas outras disciplinas e possibilitando uma melhor compreensão do universo em que vivemos (SIEMSEN; LORENZETTI, 2020). Em particular episódios históricos relacionados à astronomia podem ser usados como elementos problematizadores e que estimulem os alunos para o processo de aprendizagem (MOURA; SILVA, 2014).

Uma consequência do caráter interdisciplinar da astronomia está relacionada à evolução tecnológica decorrente do desenvolvimento da astronomia com aplicações que transbordaram para diversas outras áreas do conhecimento, tais como nos casos de antenas, espelhos, telescópios, sensores e detectores de raios-X (DIAS; RITA, 2008). Em certa medida, também em decorrência das suas características interdisciplinares, a astronomia consegue despertar habilidades de observação, estimular o senso crítico e sensibilizar para questões filosóficas sobre o universo envolvendo a sua existência, os primórdios e a sua evolução (CARNEIRO; LONGHINI, 2015).

Assim como na biologia, o estudo das células e da genética molecular, pelo seu caráter microscópico, se tornou crescentemente afastado das nossas experiências visuais cotidianas (sem o uso de instrumentos como microscópios), algo semelhante tem acontecido com a astronomia, que pelo seu caráter cósmico, envolve escalas de distâncias gigantescas e frequentemente distantes da nossa experiência visual (sem o uso de telescópios): muitos fenômenos da astrofísica atual, tais como os buracos negros, não são visíveis com olhos desarmados, o que implica na necessidade de confiar em cientistas profissionais que produzem imagens a partir de instrumentos



de medição, tais como os telescópios que observam o universo em diferentes faixas do espectro das radiações eletromagnéticas e não somente nas frequências associadas à luz visível (HORVATH, 2013). Esta questão merece uma reflexão mais apurada pelos professores, pois pode se tornar um obstáculo para a aprendizagem de conceitos de astrofísica, sobretudo em um ambiente social em que a desconfiança na ciência vem crescendo com o fortalecimento de movimentos negacionistas.

Diversos tópicos da astrofísica e da cosmologia envolvem conceitos importantes de física moderna e contemporânea, especialmente aqueles relacionados à teoria da relatividade geral: alguns exemplos são os estudos sobre as propriedades gravitacionais relacionadas à expansão do universo e às características peculiares dos buracos negros (GARCIA, 2015). Os conhecimentos de física moderna e contemporânea, além das suas diversas aplicações tecnológicas que estão cada vez mais entranhadas na sociedade, são também partes constituintes da cultura humana e conhecê-los nos torna mais plenos e amplia a compreensão que temos do mundo (OSTERMANN; MOREIRA, 2000). A astrofísica e a cosmologia, em particular, permitem que as pessoas se localizem, em termos científicos, nas escalas temporal e espacial do universo.

Há um entusiasmo genuíno quando os alunos aprendem na escola acerca de assuntos que estão situados na fronteira do conhecimento atual e sobre os quais eles têm acesso pela internet. O envolvimento com experimentos atuais e com as expectativas e debates sobre o futuro da ciência é revigorante: saber que nem tudo no universo científico está completamente entendido torna-se algo desafiador em termos educacionais, assim como é no próprio campo contexto do desenvolvimento científico. É fundamental que os alunos compreendam que a ciência não é algo acabado, não é um livro fechado, não é um corpo de saberes prontos e sobre os quais cabe apenas se informar, pois não haveria mais nada de novo a ser produzido.

A organização curricular do ensino que tem como base uma estrutura conceitual hierárquica e linear, implicitamente considera os fatos historicamente “mais antigos” como sendo pedagogicamente preliminares, o que provoca a necessidade de que os alunos percorram o caminho histórico do desenvolvimento do conhecimento, segundo uma ordem cronológica que muitas vezes acaba por se limitar à física desenvolvida entre os séculos XVII e XIX, deixando de fora a física moderna e contemporânea dos séculos XX e XXI: a compreensão desenvolvida pelos alunos sobre a física acaba por estar bastante distante da natureza da ciência atual e das atividades de pesquisa

que são realizadas nos centros de investigação e nos laboratórios universitários dos dias de hoje (PIETROCOLA, 2005). Deste modo, na prática, quase toda a astrofísica e a cosmologia contemporâneas (que passaram a ser desenvolvidas sobretudo a partir da primeira metade do século XX) ficam de fora dos saberes com os quais os alunos lidam nos bancos escolares.

A opção pela ausência de tópicos de fronteira da ciência fragiliza a formação dos alunos que, por meio das mídias digitais, têm um acesso cada vez mais amplo a todo tipo de informação – e desinformação – mas sem os filtros e as habilidades, que o processo de educação formal pode oferecer, para a interpretação e análise crítica dos conteúdos de seus interesses: deste modo, na perspectiva da educação cidadã, torna-se necessário integrar, aos currículos escolares, os conhecimentos produzidos mais recentemente ou que estão ainda em processo de construção, diminuindo assim o intervalo de atraso entre a produção do conhecimento e a sua respectiva transposição didática (AMADOR; ALBUQUERQUE, 2016).

A divulgação científica é um espaço de reflexão e ação com o importante papel de apoio e de motivação para a educação, especialmente sobre temas contemporâneos da ciência: ela pode provocar uma articulação entre ciência, pesquisa e educação formal, impedindo que a população seja apartada e tolhida do acesso ao conhecimento científico. A divulgação científica tem o papel relevante de colaborar para a construção de representações sociais, conjuntos de conhecimentos, opiniões e imagens que possibilitam evocar um dado acontecimento, pessoa ou objeto e pode colaborar para um processo de maior reflexividade da sociedade acerca de si mesma e de tudo que a cerca, tornando-se neste contexto uma ferramenta para o exercício do pensamento crítico (CARNEIRO; LONGHINI, 2015). O ensino de ciências em ambiente escolar e a divulgação científica não são dicotômicos, mas têm obviamente as suas especificidades que devem ser sempre consideradas, sobretudo tendo em vista os objetivos educacionais em cada caso. Em particular, a aprendizagem de conceitos de astronomia pode ocorrer em diferentes âmbitos, inclusive em atividades de divulgação e popularização da ciência (LANGHI; NARDI, 2009).

A História do conceito de Buraco Negro

Buracos negros são deformações extremas do espaço-tempo, onde até a luz está aprisionada e que podem ser explicadas pela Teoria da Relatividade. Há diversas



evidências observacionais e experimentais da astrofísica atual para a existência real desses corpos que podem ser considerados “prisões” de matéria e luz no Universo. A ciência envolvendo o estudo dos buracos negros têm se desenvolvido substancialmente e esses objetos passaram a fazer parte do imaginário da cultura humana.

Os buracos negros foram previstos teoricamente muito antes de serem observados experimentalmente (ALMEIDA, 2020). A ideia de um corpo que capturaria a luz, tornando-se assim invisível para o resto do universo, foi considerada pela primeira vez pelo britânico John Michell (1724-1793) e pelo francês Pierre-Simon Laplace (1749-1827), no final do século XVIII.

O conceito denominado de “estrela negra” por John Michell, foi apresentado em três sessões distintas da Royal Society de Londres que ocorreram, duas delas em dezembro de 1783 e a última em janeiro de 1784. Na página 50, parágrafo 29, daquele trabalho, Michell fala de um objeto cuja luz não poderá chegar até nós devido à ação da gravidade: em resumo, segundo este trabalho, em um objeto com a mesma densidade do Sol, mas um raio 500 vezes maior, a velocidade de escape excederia a velocidade da luz no vácuo (aproximadamente 300.000 km/s), ou seja, ele seria um buraco negro, de acordo com a nomenclatura atual. Michell argumenta também que se quaisquer outros corpos luminosos orbitarem em torno deste tipo de “estrela negra”, será possível inferir a sua existência com algum grau de probabilidade, a partir das dicas fornecidas pelas irregularidades nas órbitas destes corpos luminosos que não são possíveis de explicar por meio de qualquer outra hipótese.

Hoje conhecemos, de fato, pistas da presença de buracos negros associadas aos registros de órbitas anômalas e aceleradas de uma estrela ou de um conjunto de estrelas em torno de pontos supostamente vazios. Este fenômeno ocorre com os movimentos de estrelas situadas em torno do centro da Via Láctea, a nossa galáxia, como é o caso da estrela S2, evidenciando que existe ali um buraco negro supermassivo, denominado Sagittarius A* (resumidamente Sgr A*), com aproximadamente 4 milhões de massas solares. Este feito rendeu o Prêmio Nobel de Física de 2020 para o alemão Reinhard Genzel (1952-) e a estadunidense Andrea Ghez (1965-), juntamente com o britânico Roger Penrose (1931-), que desempenhou um papel importante nas primeiras formulações teóricas acerca de buracos negros supermassivos nos anos 1960, como será visto mais à frente. O trabalho de Andrea Ghez e colaboradores, publicado em 2008, sob o título “Measuring distance and properties of the milky way’s central supermassive black hole with stellar orbits” (“Medindo distância e

propriedades do buraco negro supermassivo do centro da Via Láctea com órbitas estelares”) propõe mecanismos experimentais para mensurar características do buraco negro supermassivo situado na região central de nossa galáxia. O trabalho extenso publicado por Reinhard Genzel, Frank Eisenhauer e Stefan Gillessen em 2010, intitulado “The Galactic Center massive black hole and nuclear star cluster” (“O buraco negro supermassivo no centro da galáxia e o aglomerado nuclear de galáxias”) também tem o mesmo objetivo: na sua parte IV intitulada “Testing the Black-Hole Paradigm: Is Sgr A* a Massive Black Hole?” (“Testando o paradigma do buraco negro: É Sgr A* um buraco negro supermassivo?”), o subitem B - “Evidence from stellar motions” (“Evidências de movimentos estelares”) também procura seguir a sugestão fornecida por Michell há mais de dois séculos.

Na década seguinte à apresentação feita por John Michell, em um trabalho em francês publicado em 1796, com o título “Exposition du Système du Monde” (“Exposição do Sistema de Mundo”), Pierre-Simon Laplace, fez referência, sem demonstrar, a corpos que seriam tão massivos que nem a luz poderia escapar da sua superfície e que seriam invisíveis por causa da magnitude da velocidade de escape. Uma tradução para o inglês deste trabalho, com o título “The System of the World” foi feita por J. Pond e publicada em 1809 em Londres, no Reino Unido.

Três anos depois, em 1799, Laplace publicou (em alemão, em uma revista de Weimar, cidade situada no centro da Alemanha) um trabalho sobre a afirmação acerca da existência de corpos invisíveis, na forma de um ensaio (MONTGOMERY, ORCHISTON; WHITTINGHAM, 2009). A tradução para o inglês deste artigo, com o título “Proof of the theorem that a heavenly body can be such large that light cannot leak out from it” (“Prova do teorema de que um corpo celeste pode ser tão grande que a luz não pode escapar dele”), foi disponibilizada em um trabalho de autoria de H. Stephani (2003) que estabelece algumas relações entre a descoberta de Laplace de que buracos negros podem ocorrer na natureza e o poema “Der Taucher” (em inglês “The Diver”, em português “O Mergulhador”) escrito pelo poeta alemão Friedrich von Schiller (1759-1805) em 1797.

Usando apenas conceitos da mecânica clássica, é possível calcular a velocidade de escape de um corpo esférico com uma determinada massa (por exemplo, uma estrela) e, por decorrência, determinar o raio que ele tem que ter para que a velocidade de escape seja igual à velocidade da luz: assim é possível prever a existência de estrelas tão densas que a luz não poderia escapar delas. Supondo um corpo esférico (uma



estrela) de massa M e raio R , para calcular a velocidade de escape v_e necessária para que um objeto de massa m , situado na superfície do corpo esférico, consiga escapar da sua gravidade, basta igualar a energia cinética do objeto $K=mv_e^2/2$ ao módulo da energia potencial gravitacional $U=GMm/r$. Com isso temos $v_e^2=2GM/r$ ou de modo alternativo: $r=2GM/v_e^2$. Portanto, em um corpo suficientemente massivo, a velocidade de escape é igual à velocidade da luz c para um raio igual a $R=2GM/c^2$ e para qualquer ponto interior a este raio (que define um “horizonte de eventos”) a velocidade de escape será maior que a velocidade da luz.

A relatividade geral que foi publicada por Einstein no final de 1915, é uma teoria do espaço, tempo e matéria, na qual a gravitação é explicada por meio da curvatura do espaço-tempo e da sua interação com a matéria. Resumidamente: o espaço-tempo diz à matéria como se mover e a matéria diz ao espaço-tempo como curvar (WHEELER, 2010). Por milênios, o espaço foi considerado o fundo fixo onde os fenômenos físicos ocorreram; a teoria da relatividade mudou isso, propondo o espaço-tempo como a nova arena (STOICA, 2014). O espaço-tempo pode ser definido como sendo a soma de todos os eventos de todas as coisas: tudo que já aconteceu, que acontece ou que acontecerá é apenas um elemento ou ponto do espaço-tempo. Portanto, o espaço-tempo é a propriedade que relaciona todas as coisas ou objetos dotados de características físicas (ROMERO; VILA, 2014). Uma vez que são feitos de espaço e tempo curvos, e energia, os buracos negros são, de certo modo, os objetos mais elementares da teoria da relatividade. Buracos negros podem ser definidos por apenas três parâmetros livres que os caracterizam completamente, a saber massa, spin (rotação) e carga (GAMMIE, SHAPIRO; MCKINNEY, 2004), três quantidades que têm em comum o fato de serem conservadas (BEKENSTEIN, 1998). Se ele não for carregado eletricamente, bastarão a massa e o momento angular para caracterizá-lo (FROLOV; NOVIKOV, 1997).

Os buracos negros são regiões nos espaços cuja velocidade de escape é maior que a velocidade da luz, a velocidade limite para qualquer sinal físico que carregue informação de acordo com a teoria da gravitação de Einstein: é por este motivo que nenhum objeto, partícula ou sinal, nem mesmo a luz, pode escapar de um buraco negro (SILVA, 2018). O limite dessa região do espaço de não retorno é chamado de horizonte de eventos. A deformação do espaço-tempo causada por um buraco negro é contraintuitiva e incorpora efeitos relativísticos: o fluxo do tempo na vizinhança de um buraco negro é cada vez mais lento conforme um objeto se aproxima do ho-

rizonte de eventos (HERDEIRO, 2019). Do ponto de vista geométrico, um buraco negro deforma o espaço-tempo de modo que as linhas geodésicas (ou seja, os caminhos mais curtos) seguidas pelas partículas de luz caem na deformação crítica sem retornar, o que explica por que não é possível observar um buraco negro diretamente (COIMBRA-ARAÚJO, 2016).

A existência dos buracos negros provoca a reflexão de que para os observadores externos ao buraco negro, existe uma região do espaço-tempo que está em princípio inobservável em seu referencial. Faz algum sentido em discutir o que acontece dentro de um buraco negro se não houver maneira de comparar as observações com as previsões, algo que é considerado fundamental para o fazer científico? Talvez a resposta geral a essa questão esteja fora da própria física, na filosofia, por exemplo (FROLOV; NOVIKOV, 1997).

Apesar de ter sido o criador da relatividade geral, Einstein nunca derivou o conceito de buraco negro de sua teoria e nunca admitiu a possibilidade de sua existência teórica (CROTHERS, 2006), tendo buscado usar ironicamente as suas próprias equações para provar que esse tipo de objeto não poderia existir (BERNSTEIN, 2007), como foi o caso do seu artigo “On a stationary system with spherical symmetry consisting of many gravitating masses”, publicado em 1939, no qual ele conclui afirmando que a singularidade de Schwarzschild não pode existir na realidade física (“Schwarzschild singularities” do not exist in physical reality”) pela razão de que a matéria não pode se concentrar arbitrariamente (“The ‘Schwarzschild singularity’ does not appear for the reason that matter cannot be concentrated arbitrarily”). Este é um artigo de Einstein que tem sido largamente esquecido (GUPTA, 2019), talvez por abalar o estereótipo de que cientistas geniais não erram.

Matematicamente, os buracos negros são descritos por soluções das equações de campo da teoria da relatividade geral, publicadas pela primeira vez em 1916 por Karl Schwarzschild (1873-1916). Ao tentar explicar o campo gravitacional fora de uma estrela esférica, uma solução apresentava um raio (chamado de raio de Schwarzschild) muito menor que o raio da estrela, sendo que as propriedades desta região eram bastante inusitadas. Em decorrência, esta solução foi considerada sem importância em termos astrofísicos e foi ignorada pela maioria dos físicos por algumas décadas (HERDEIRO, 2019). Para uma estrela de massa M , o raio de Schwarzschild r_s é dado numericamente pela equação $r_s = 2GM/c^2$, sendo G a constante da gravitação universal e c a velocidade da luz.



Quase que simultaneamente, no mesmo ano de 1916, o holandês Johannes Droste (1886-1963) obteve a mesma solução de Schwarzschild (SAA, 2016). Essa é uma indicação de como surgem novas ideias na física e do caráter coletivo do esforço científico, pois torna evidente que, frequentemente, em um certo período histórico, algumas ideias se tornam maduras para a sua época, com mais que um cientista as “colhendo” e produzindo conhecimentos similares ao mesmo tempo. No ano seguinte à publicação original do artigo de Droste, em 1917 este mesmo trabalho foi publicado em inglês, com o título “The field of a single centre in Einstein’s theory of gravitation, and the motion of a particle in that field” (“O campo de um centro único na Teoria de Einstein da Gravitação, e o movimento de uma partícula nesse campo”).

A solução de Schwarzschild para as equações da relatividade geral, descreve o espaço-tempo ao redor de um buraco negro com simetria esférica, sem carga elétrica e sem rotação. Logo em seguida, foi obtida uma nova solução de um buraco negro carregado eletricamente e sem rotação, primeiro por Hans Jacob Reissner (1874-1967) em 1916 e, mais a frente, independentemente, por Gunnar Nordström (1881-1923) em 1918 (LIMA JUNIOR et al., 2021). Finalmente, a primeira solução matemática exata para um buraco negro com rotação foi obtida décadas depois, em 1963, por Roy Patrick Kerr (1934-).

Uma exceção no período de algumas décadas de “entressafra”, após os artigos iniciais sobre singularidades nos anos 1910, foi o aclamado artigo teórico “On Continued Gravitational Contraction” (“Sobre a contração gravitacional contínua”, em tradução livre) de J. Robert Oppenheimer (1904-1967) e Hartland Snyder (1913-1962), publicado em 1939, mostrando que, em seu próprio sistema de referência, uma estrela suficientemente pesada, quando as fontes termonucleares de energia são exauridas, vai colapsar indefinidamente, com a sua superfície diminuindo e ultrapassando o raio gravitacional (a denominação usada na época para o raio de Schwarzschild), sem qualquer resistência, durante o processo irrefreável de auto-compressão. A região definida pela superfície do horizonte de eventos apresenta propriedades peculiares. Enquanto o tempo total de colapso para um observador em movimento junto com a matéria estelar se comprimindo é finito, um observador externo vê a estrela encolhendo assintoticamente para seu raio gravitacional. Esta ideia considerada muito estranha para se acreditar em 1939, foi a primeira versão do conceito moderno de buraco negro, um corpo que é tão massivo que só pode ser detectado por sua interação gravitacional (ALMEIDA, 2018).

A questão central da linha de raciocínio desenvolvida neste artigo pioneiro de Oppenheimer e Snyder (que era um estudante orientado por Oppenheimer na época) – “O que acontece quando uma estrela de nêutrons não consegue segurar seu próprio peso?” – é tão óbvia, em retrospecto, que parece incrível que outros cientistas não a tenham seguido, na época de sua publicação (THORNE, 1994). Em contraste com, por exemplo, o princípio da incerteza na física de partículas, a ideia de buraco negro não recebeu o benefício da dúvida: possivelmente, os insights astrofísicos de Oppenheimer estavam bem à frente de seu tempo (ORTEGA-RODRÍGUEZ et al., 2017). O conceito de matéria escura que foi imaginado nos anos 1930 por Fritz Zwicky (1898-1974), também teve que esperar algumas décadas, aproximadamente na mesma época, para merecer a devida atenção da comunidade científica. A ocorrência da Segunda Guerra Mundial, entre 1939 e 1945, o conflito mais mortal de todos os tempos e que engolfou boa parte do mundo, pode ter colaborado para desviar a atenção da comunidade científica e modificar as suas prioridades: o estudo do cosmo neste contexto não era uma prioridade. Adicionalmente, isto pode ter decorrido também do fato de que os estudos na área da teoria da relatividade entre meados da década de 1920 e meados da década de 1950 se estagnaram, em detrimento do desenvolvimento da física quântica que atraiu mais a atenção da maioria dos físicos deste período (ALMEIDA, 2020).

Nos anos 1950 e 1960, alguns físicos importantes, como o estadunidense John Wheeler (1911-2008) e o britânico Dennis Sciama (1926-1999) começaram a coordenar equipes de pesquisa voltadas especificamente para problemas envolvendo a teoria da relatividade.

Nos EUA, na Universidade de Princeton, John Wheeler se tornou uma liderança neste campo de pesquisa, orientando os trabalhos de físicos importantes, dentre os quais Kip Thorne (1940-), que foi um dos ganhadores do Prêmio Nobel de 2017, pela detecção das ondas gravitacionais em 2015, ondas que neste caso específico foram provocadas pela fusão de dois buracos negros. Foi John Wheeler quem adotou pela primeira vez o termo buraco negro em um artigo publicado em 1968. Entretanto, anteriormente, no início dos anos 1960, Robert Dicke (1916-1997), colega de Wheeler em Princeton, conhecedor da história acerca de uma tragédia acontecida duzentos anos antes em uma prisão indiana conhecida como “Buraco Negro de Calcutá”, já a comparava com o colapso gravitacional completo de estrelas. A expressão “Black Hole” deve, portanto, ser reconhecida como fruto da parceria entre Wheeler e Dic-



ke (HERDEIRO, 2019). Outros termos que eram usados antes, tais como estrela escura (“dark star”), estrela congelada (frozen star”) e estrela colapsada (“collapsed star”), não tiveram o mesmo apelo que a expressão buraco negro, caíram em desuso e acabaram não vingando. Segundo Wheeler (2010), a expressão curta “black hole” era melhor que a expressão que ele usava antes, “gravitationally completely collapsed object” (“objeto gravitacionalmente colapsado por completo”). O termo buraco negro imediatamente capturou a imaginação dos cientistas e do público em geral, tendo se mostrado o nome ideal: primeiro porque a singularidade cria uma espécie de “buraco” no espaço-tempo, impedindo que qualquer coisa na região dentro do horizonte de eventos escape para fora dele; além disso, para um observador externo, esse buraco é negro, pois nem mesmo a luz emana dele.

No Reino Unido, por sua vez, o físico Dennis Sciama, na Universidade de Cambridge, também desenvolveu um grupo de pesquisa avançada em áreas relacionadas à relatividade, que contou, entre outros, com a participação de jovens físicos, na época, como Stephen William Hawking (1942-2018) e Roger Penrose (1931-).

Nos anos 1960, iniciou-se um período em que foram realizados desenvolvimentos teóricos e descobertas observacionais importantes. Stephen Hawking em suas pesquisas, que se iniciaram nesta época, acabou por descobrir, teoricamente, que um buraco negro poderia “evaporar” (perder massa) por meio de processos quânticos: ele mostrou que a radiação eletromagnética continuamente escapa (“vaza”) dos buracos negros e, portanto, apesar do seu campo gravitacional gigantesco, eles lentamente se dissipam e “morrem”, ou seja, desaparecem (GUPTA, 2019), um resultado no qual o próprio Hawking no início não acreditou, pois pensou que poderia ser apenas um artefato matemático oriundo da simetria esférica que ele assumira para o problema (PAGE, 2004). Sobre isto, Hawking primeiro publicou um artigo curto, com duas páginas, na revista “*Nature*” em 1974 intitulado “Black Hole Explosions?” (“Explosões de buracos negros?”), sintomaticamente, com uma pergunta no título. No ano seguinte, em 1975 Hawking publicou um artigo bem mais detalhado na revista “*Communications in Mathematical Physics*” intitulado “Particle creation by black holes” (“Criação de partícula por buracos negros”). Neste segundo trabalho, Hawking afirma textualmente que “*This thermal emission leads to a slow decrease in the mass of the black hole and to its eventual disappearance: any primordial black hole of mass less than about 10^{15} g would have evaporated by now*” (“Esta emissão térmica leva a uma lenta diminuição da massa do buraco negro e ao seu eventual

desaparecimento: qualquer buraco negro primordial de massa inferior a cerca de 10^{15} g já teria se evaporado”). A existência de um mecanismo segundo o qual os buracos negros evaporariam e, eventualmente, desapareceriam, foi uma predição notável feita por Stephen Hawking e que mudou completamente a concepção da teoria clássica de que os buracos negros seriam indestrutíveis (MATSAS, 2005).

Este trabalho de Hawking foi considerado bastante inovador na década de 1970, dentre outros motivos, porque articulava três diferentes áreas da física, a teoria quântica de campos, a relatividade geral e a termodinâmica clássica; além disso ele contrariava a ideia que prevalecia na época de que os buracos negros seriam objetos passivos, no sentido de que apenas absorviam matéria, mostrando que eles também podiam emitir partículas (SANTI; SANTARELLI, 2019), e, portanto, possuíam temperatura e entropia. A entropia de um buraco negro, em particular é diretamente proporcional à área da superfície do horizonte de eventos (BASTOS FILHO; ARAUJO, 2007).

Roger Penrose, em 1965 escreveu um artigo considerado seminal sobre buracos negros, cuja tradução para o português, intitulada “Colapso gravitacional e singularidades espaço-temporais”, foi publicada por Julio C. C.F. Souza (2021) e na qual ele inicia lembrando que o descobrimento, nos anos 1960, de fontes de rádio quase-estelares renovou o interesse pela questão do colapso gravitacional, pois as quantidades enormes de energias emitidas poderiam resultar do colapso de uma massa entre 1 milhão e 100 milhões de massas solares, para a vizinhança de seu raio de Schwarzschild. Trata-se da previsão teórica dos buracos negros supermassivos (associados aos quasares) que formam núcleos de galáxias: em 2020, Penrose foi um dos ganhadores do Prêmio Nobel de Física por este seu trabalho pioneiro.

Portanto, na década de 1960, o incentivo para o desenvolvimento do estudo dos buracos negros veio também da física experimental, com a detecção de fontes de rádio de grande energia que ficaram conhecidas como quasares, abreviação de objetos quase-estelares (CONOVER, 2019), porque eles se pareciam com estrelas nas fotografias. Foi a liberação dessas quantidades imensas de energia que levou à especulação de que se tratava de objetos altamente compactos nos quais os processos relativísticos eram fundamentais para a geração de energia. Parece ser uma contradição o fato de que objetos tão luminosos quanto quasares estejam associados a buracos negros supermassivos que por definição não emitem radiação, entretanto isso ocorre devido aos gases que são capturados da vizinhança e migram em direção



ao buraco negro, causando fricção e transformando sua energia potencial em energia cinética e térmica, que é liberada por meio de irradiação (STEINER, 2010).

A maioria das galáxias que contém um bojo (uma estrutura esferoidal em torno dos centros galácticos), possuem um buraco negro supermassivo no seu núcleo. A massa do buraco negro central é da ordem de um milésimo da massa do bojo: essa relação de proporcionalidade direta permite concluir que se o bojo cresce, o buraco negro cresce conjuntamente (STORCHI-BERGMANN, 2009).

Um outro dado experimental que ganhou destaque entre as décadas de 1960 e 1970 diz respeito a uma das fontes de raios-X mais brilhantes no céu, chamada de Cygnus X-1 (ou resumidamente de Cyg X-1), por se localizar na constelação de Cygnus. Em dezembro de 1970, com o lançamento do Uhuru, o primeiro satélite voltado para a pesquisa em astronomia na faixa espectral dos raios-X, foi determinado que Cyg X-1 se tratava de um sistema binário. A partir da medida do deslocamento Doppler da estrela parceira em órbita, estimou-se a massa da fonte de raios-X como sendo da ordem de 15 massas solares, muito acima dos limites teóricos para as massas de anãs brancas ou de estrelas de nêutrons. Adicionalmente foi detectada uma rápida variabilidade de Cyg X-1, em escalas de tempo menores que um segundo, sugerindo fortemente que o tamanho físico da região emissora de raios-X era bastante compacto, muito menor do que uma estrela típica. Estes motivos combinados (massa muito grande e tamanho muito pequeno) tornaram Cyg X-1 um excelente candidato para ser um buraco negro do tipo estelar (SCHNITTMAN, 2019).

Em 1963, o matemático neozelandês Roy Patrick Kerr publicou o trabalho “Gravitational Field of a Spinning Mass as an Example of Algebraically Special Metrics” (“Campo Gravitacional de uma Massa em Rotação como um exemplo de uma Métrica Algebricamente Especial”), com uma solução exata para a equação de campo de Einstein para um objeto massivo em rotação, modelando o campo gravitacional externo a um buraco negro em rotação (HERDEIRO, 2019). A solução de Kerr não apresenta mais simetria esférica, mas sim simetria por rotação em torno de um eixo (HOOF, 2009) e está associada a um buraco negro descrito por dois parâmetros, a sua massa e o seu momento angular (XAVIER et al., 2020). Se a rotação é interrompida, obtém-se a solução Schwarzschild. Deste modo, os buracos negros de Schwarzschild e Kerr estão associados respectivamente a buracos negros estáticos e em rotação. Adicionalmente, os buracos negros de Kerr-Newman são aqueles que além de rotação, também possuem carga elétrica: assim, se generaliza a métrica

de Kerr levando em consideração também a energia de um campo eletromagnético, junto com a rotação (COIMBRA-ARAUJO, 2016). Consequentemente, das quatro soluções exatas das equações da relatividade geral descrevendo buracos negros com ou sem carga e com ou sem momento angular, a solução com os três parâmetros de Kerr-Newman (massa, rotação e carga), proposta em 1965, é a mais geral, para o estado final de equilíbrio de um buraco negro (LUMINET, 1998).

A detecção de ondas gravitacionais, em 2015, criadas pela coalescência (fusão) de um sistema binário de buracos negros tornou-se uma das evidências experimentais mais concretas de que os buracos negros existem (ALMEIDA, 2018). O evento GW150914 foi revelado pela estrutura do laboratório LIGO (“The Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory”) em Hanford e Livingston nos Estados Unidos (ABBOTT et al., 2016). Estas ondas gravitacionais foram formadas pela coalescência de dois buracos negros, cujas massas valiam 36 e 29 massas solares: a massa final do buraco negro formado era de 62 massas solares, indicando que aproximadamente 3 massas solares foram irradiadas na forma de ondas gravitacionais, uma quantidade imensa de energia.

O conceito de buraco negro é hoje amplamente aceito na astronomia e envolve uma variedade de corpos com tamanhos diversos. Há os buracos negros remanescentes do colapso de estrelas com massas da ordem de dezenas de massas solares. Buracos negros estelares são formados com a explosão como supernovas de estrelas progenitoras cuja massa (na sequência principal) é maior que cerca de 25 massas solares (FRYER, 1999). Se a massa da estrela for extremamente grande, com no mínimo uma massa da ordem de 40 massas solares, ela pode colapsar diretamente em um buraco negro sem uma explosão de supernova (MIRABEL, 2016). Devido aos seus efeitos gravitacionais, há evidências de que buracos negros com massas estelares existam em uma série de sistemas binários em nossa galáxia (FROLOV; NOVIKOV, 1997). Há também os buracos negros supermassivos com massas entre um milhão e um bilhão de massas solares que formam os núcleos ativos de galáxias (MONTGOMERY, ORCHISTON; WHITTINGHAM, 2009).

Mais recentemente, a partir das pesquisas em conjunto entre os observatórios LIGO e VIRGO, em um dos eventos detectados, GW190521, os dados indicam que as ondas gravitacionais foram produzidas pela coalescência entre dois buracos negros com massas iguais a 85 e 66 massas solares resultando em um buraco negro com 142 massas solares, que seria considerado um buraco negro com massa intermediária,



categoria esta que envolve buracos negros com massas entre 100 e 100 mil massas solares (ABBOTT et al., 2020). Uma hipótese é a de que os buracos negros intermediários seriam as “sementes” de buracos negros supermassivos (PIVETTA, 2020). De qualquer modo, as tecnologias de detecção de ondas gravitacionais iniciaram uma verdadeira “idade de ouro” dos buracos negros em particular com a observação de novas classes de buracos negros e das chamadas fábricas galácticas que os geram (GAWRYLEWSK, 2021), com, inclusive, a expectativa de que possam surgir processos inesperados envolvidos na formação de buracos negros (PAPANTONOPOULOS, 2009).

Finalmente, especula-se a respeito da existência dos chamados buracos negros primordiais, com massas pequenas (até menores que a massa da Terra) formados no início do universo, após o Big Bang, a partir de inomogeneidades que geraram pequenas regiões cuja atração gravitacional superaram a expansão, provocando o colapso em uma singularidade (GUARIENTO, 2010).

A vizinhança de um buraco negro a partir da qual nada consegue escapar é delimitada por uma espécie de membrana unidirecional que constitui o horizonte de eventos. Dentro dele há uma singularidade, o que significa um ponto com densidade infinita, provocando um furo no tecido do espaço-tempo: eventualmente, toda massa que entra no buraco negro, atravessando o seu horizonte de eventos, acaba “caindo” nesta singularidade, “engordando-a” (ALMEIDA, 2021). Essa “membrana” do horizonte de eventos é o que tem que ser levado em conta no reconhecimento de um objeto como sendo um buraco negro (NEVES, 2017).

A colaboração “Event Horizon Telescope” – EHT, ou, em português, “Telescópio Horizonte de Eventos”¹ é uma importante cooperação científica que se iniciou em 2009, envolvendo centenas de cientistas de 60 instituições localizadas em 20 países diferentes (MATSUURA, 2020). Em 10 de abril de 2019, a EHT divulgou uma das mais comentadas imagens associadas à ciência durante muito tempo: a imagem de um buraco negro existente no centro da galáxia Messier 87 (indicado por M87*), situado a aproximadamente 53 milhões de anos-luz da Terra e com uma massa de aproximadamente 6,5 bilhões de massas solares. Para compor esta imagem, foram usadas oito estações de observação com radiotelescópios espalhados em diferentes regiões do globo terrestre, sincronizando-as de modo a tornar a Terra um grande radiotelescópio e realizar observações no comprimento de onda de 1,3 mm (NEVES, 2020). Em certo sentido, metaforicamente falando, foi produzida uma imagem do fim do mundo: o limite existente entre o interior e o exterior de um buraco negro é feito pelo horizonte

de eventos e quando alguém o cruza, de fora para dentro, não consegue escapar mais do buraco negro. Logo, alguns divulgadores da ciência costumam afirmar que próximo ao horizonte de eventos deveriam existir inscrições com o mesmo teor daquelas do inferno de Dante: “Deixai, ó vós que entraís, toda a esperança!” (ALIGHIEIRI, 2003). Na imagem produzida, a mancha escura, envolta pelo anel iluminado no centro da M87, é justamente a sombra deixada pelo horizonte de eventos (ZORZETTO, 2019).

Provavelmente, o próximo passo para o EHT talvez seja investigar o buraco negro que existe no centro de nossa galáxia da Via Láctea, conhecido como Sagitário A* (Sgr A*), que é o buraco negro supermassivo mais próximo da Terra: Sgr A* está localizado a 26 mil anos-luz de distância da nós e tem uma massa que vale cerca de 4 milhões de massas solares. Em contraste, em valores aproximados, o buraco negro do M87* está 2.000 vezes mais distante da Terra e tem 1.600 vezes mais massa do que Sgr A*: portanto os tamanhos das sombras dos buracos negros são semelhantes, o que poderia facilitar a produção de uma imagem do buraco negro existente no centro da Via Láctea como ocorreu com M87*.

Novos insights sobre buracos negros supermassivos poderão ser obtidos a partir da sensibilidade do Telescópio Espacial James Webb (programado para ser lançado ao espaço até o final de 2021), que pelo fato de operar no infravermelho, permitirá investigar os centros obscurecidos das regiões que hospedam os núcleos ativos das galáxias; avanços na pesquisa acerca de buracos negros supermassivos também poderão advir dos telescópios gigantes (STORCHI-BERGMANN; SCHNORR-MÜLLER, 2019), como é o caso do ELT – “Extremely Large Telescope”, um empreendimento do ESO – “European Southern Observatory”² que está em construção no Chile.

Uma outra área de destaque na pesquisa nessa área que deve ser ressaltada – e que será mais investigada no futuro – é aquela que lida com o conceito de buraco negro regular (ou não singular) que não apresentaria uma singularidade dentro dele, ou seja, em que não ocorre uma divergência para o infinito na função da massa (CHAMSEDDINE; MUKHANOV, 2017).

Considerações finais

Os astrônomos já identificaram diversos objetos no céu que coincidem completamente com as descrições detalhadas que os teóricos derivaram para os buracos negros e que não podem ser interpretados como sendo qualquer outra coisa: a de-



tecção em 2015 pela primeira vez de ondas gravitacionais produzidas pelos buracos negros, a primeira imagem produzida para um buraco negro (M87*) em 2019 e a destinação do Prêmio Nobel de 2020 para três pesquisadores envolvidos com investigações acerca de buracos negros supermassivos localizados no centro das galáxias são algumas das evidências de que a área de pesquisa que estuda os buracos negros se consolidou definitivamente no âmbito da astrofísica e passou a ser reconhecida como parte constituinte relevante da ciência produzida contemporaneamente.

Os múltiplos interesses de diversos alunos por áreas da física moderna e contemporânea, como a astrofísica, a cosmologia, a física de partículas, a relatividade e a física quântica, podem ser úteis em iniciativas pela melhoria do ensino de física e, também, em atividades de divulgação científica com o intuito de colaborar com o processo de aprendizagem, estimular a imaginação dos jovens e despertar a vontade de se aprofundar mais nos estudos de temas de fronteira da ciência: o estudo dos buracos negros pode se configurar um eixo temático propício para articular estas e outras áreas do conhecimento.

A ideia de “narrativa” é importante na educação, assim como ocorre em outros diversos aspectos da vida humana (para exemplificar, basta pensar na força do cinema, como *soft power*). Narrativas não são estáticas, mas sim dinâmicas e associadas a situações que se transformam com o tempo a partir das ações dos seus protagonistas (HARARI, 2018). A história da ciência pode propiciar narrativas para os conteúdos escolares a serem ensinados que apresentam diversas potencialidades no trabalho voltado ao ensino, relacionadas, por exemplo, com o envolvimento emocional do leitor ou ouvinte, com criação de empatia e identificação e com o estímulo da imaginação (DOMINGOS, BAGDONAS; ZANETIC, 2020). Em particular a história do desenvolvimento de um determinado conceito (como o de buraco negro), com seus dilemas, idas e vindas, controvérsias e disputas pode colaborar para a aprendizagem e contribuir para uma compreensão diferenciada e mais próxima da realidade acerca da produção da ciência (FIÚZA; GUERRA, 2014). O trabalho com episódios controversos da história da ciência, permeado por uma abordagem filosófica pluralista, pode colaborar decisivamente para a formação de cidadãos críticos e reflexivos (BAGDONAS, ZANETIC; GURGEL, 2014), algo importante para a vida na democracia.

O trabalho na área de ensino de ciências a partir de fontes primárias – com textos originais de cientistas que se destacaram em momentos históricos impor-

tantes da construção do conhecimento científico – pode ser bastante valioso para a aprendizagem de diversos conceitos científicos, em especial por permitir uma mediação dialógica em sala de aula (ZANOTELLO, 2011) e por desvelar o fato de que a consolidação de novas ideias científicas não é um processo linear. A leitura de trechos dos artigos originais de cientistas que colaboraram ao longo da história para o estabelecimento da área de estudo acerca dos buracos negros fornece indicações acerca dos obstáculos que surgiram para a compreensão científica deste fenômeno. Em particular, é bastante auspicioso em termos educacionais, o fato de estarem abertos e disponíveis na internet artigos científicos acerca da ideia de buraco negro, escritos por pesquisadores como Michell, Laplace, Einstein, Schwarzschild, Droste, Oppenheimer, Hawking, Kerr, Penrose, Ghez e Genzel. Este material pode contribuir como um recurso didático valioso para a aprendizagem e compreensão de diversos aspectos científicos do estudo de buracos negros e de assuntos interrelacionados, como o ciclo de vida das estrelas, a noção de singularidade, a relatividade geral, os quasares, as galáxias e as ondas gravitacionais. O estudo do desenvolvimento ao longo do tempo das ideias científicas permite pensar em estratégias didáticas que propiciem uma melhor compreensão dos conceitos científicos produzidos, especialmente pelo fato de evidenciar as dificuldades históricas, as dúvidas, os dilemas e os desafios que surgiram neste processo histórico (CARVALHO; GOMES, 2017).

O desinteresse pelo conhecimento científico, a aversão ao estudo das ciências e o fracasso escolar associado às disciplinas ligadas às ciências naturais são problemas graves de nosso país, que exigem um esforço investigativo para a sua compreensão e ações visando a sua superação: para que o Brasil consiga atender às necessidades fundamentais de sua população, o ensino de ciências para todos e de qualidade é uma necessidade premente para viabilizar o desenvolvimento social e econômico. Os buracos negros podem cumprir um papel relevante neste sentido, ao despertar a curiosidade e engajar o aluno nas tarefas relacionados ao seu próprio aprendizado.



Black Holes, History of Science and Physics Teaching

Abstract

This article examines the potential that exists in the use of the concept of black hole as a thematic axis for teaching physics and scientific dissemination activities, especially considering the history of the historical development of ideas about this object of astrophysics. For the theoretical foundation of this article, an extensive review of the scientific literature on the subject was made, through the analysis of works presented in academic congresses, articles published in specialized magazines, doctoral theses, master's dissertations and books. For a better structured study on the history of the evolution of the black hole concept since the end of the 18th century, original articles were used from scientists such as Michell, Laplace, Einstein, Schwarzschild, Droste, Oppenheimer, Hawking, Kerr, Penrose, Ghez and Genzel. The links for readers to access these articles are presented together with bibliographic references. The study of black holes and the history of science associated with them presents itself as an excellent thematic axis for the performance of interdisciplinary activities that can significantly contribute to the students' learning process.

Keywords: Astrophysics; Science Outreach; Original Paper; History of Science.

Notas

- ¹ Disponível em: <<https://eventhorizontetelescope.org/>>. Acesso em: 23 ago. 2021.
- ² Disponível em: <<http://www.eso.org/sci/facilities/eelt/>>. Acesso em: 23 ago. 2021.

Referências

- ABBOTT, B. P. et al. Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger. **Physical Review Letters**, 116, 061102, 12 feb. 2016. Disponível em: <<https://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.116.061102>>. Acesso em: 21 ago. 2021.
- ABBOTT, R. et al. **GW190521: A Binary Black Hole Merger with a Total Mass of 150 $M_{\odot}$** . ArXiv, 2020. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2009.01075>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- ALIGHIEIRI, D. **A Divina Comédia**. São Paulo: Atena Editora, 2003. Disponível em: <<http://www.dominipublico.gov.br/download/texto/eb00002a.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- ALMEIDA, C. R. A brief history of black holes. **The Conversation**, 2018. Disponível em: <<https://theconversation.com/a-brief-history-of-black-holes-107298>>. Acesso em: 23 ago. 2021.
- ALMEIDA, C. R. A pré-história dos buracos negros. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 42, e20200197, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172020000100712&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 23 ago. 2021.
- ALMEIDA, C. R. Buracos negros: mais de 100 anos de história. Cadernos de Astronomia, v. 2, n. 1, p. 93-105, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/astronomia/article/view/33499/22901>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

AMADOR, F.; ALBUQUERQUE, L. G. Discussões em áreas de fronteira da ciência com impacto na sociedade: dilemas no domínio do desenvolvimento curricular. *Indagatio Didactica*, v. 8, n. 1, 2016. Disponível em: <<https://proa.ua.pt/index.php/id/article/view/4710/3522>>. Acesso em: 17 ago. 2021.

BAGDONAS, Alexandre; ZANETIC, João; GURGEL, Ivã. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino da física: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático. *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 7, n. 2, p. 242-260, 2014. Disponível em: <https://www.sbhic.org.br/arquivo/download?ID_ARQUIVO=1960>. Acesso em: 23 ago. 2021.

BASTOS FILHO, J. B.; ARAUJO, R. M. X. A entropia de Hawking para buracos negros: um exercício de análise dimensional a partir de um texto de divulgação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 4, p. 527-533, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172007000400010>>. Acesso em: 21 ago. 2021.

BEKENSTEIN, J. D. Black Holes: Classical Properties, Thermodynamics, and Heuristic Quantization. *ArXiv*, 1998. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/gr-qc/9808028.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2021.

BERNSTEIN, J. The Reluctant Father of Black Holes. *Scientific American*, 2007. Disponível em: <<https://www.scientificamerican.com/article/the-reluctant-father-of-black-holes-2007-04/>>. Acesso em: 21 ago. 2021.

CARNEIRO, D. L. C. M.; LONGHINI, M. D. Divulgação científica: as representações sociais de pesquisadores brasileiros que atuam no campo da astronomia. *RELEA*, n. 20, p. 7-35, 2015. Disponível em: <<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/204/307>>. Acesso em: 21 ago. 2021.

CARVALHO, B. C.; GOMES, L. C. Análise histórica do conceito de calor nos trabalhos de Joule e implicações para o ensino de física. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 22, n. 3, p. 264-290, 2017. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/733/pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

CHAMSEDDINE, A. H.; MUKHANOV, V. Nonsingular black hole. *The European Physical Journal C*, v. 77, n. 183, 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1140/epjc/s10052-017-4759-z>>. Acesso em: 12 ago. 2021.

COIMBRA-ARAÚJO, C. H. Diagramas de Carter-Penrose em Relatividade Geral: buracos negros e outros exemplos explícitos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 38, n. 3, e3305, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0046>>. Acesso em: 21 ago. 2021.

CONOVER, E. A short history of black holes. *Science News for Students*, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencenewsforstudents.org/article/short-history-of-black-holes>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

CROTHERS, S. J. A Brief History of Black Holes. *Progress in Physics*, v. 2, p. 54-57, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/26416769_A_Brief_History_of_Black_Holes>. Acesso em: 18 ago. 2021.

DAMASIO, F.; PACHECO, S. M. V. Buracos nem tão negros assim. *Física na Escola*, v. 10, n. 1, p. 30-35, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol10/Num1/a06.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2021.



DIAS, C. A.; RITA, J. R. S. Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. RELEA, n. 6, p. 55-65, 2008. Disponível em: <<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/121/145>>. Acesso em: 16 ago. 2021.

DOMINGOS, Fernando; BAGDONAS, Alexandre; ZANETIC, João. “Então as luzes se curvaram”: Uma narrativa histórica para debater a ascensão da Relatividade Geral. Resumos do XVIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), 2020. Disponível em: <<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epf/xviii/sys/resumos/T0145-1.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

DROSTE, J. The field of a single centre in Einstein's theory of gravitation, and the motion of a particle in that field. Proceedings of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, Amsterdam, 19, p. 197-215, 1917. Disponível em: <<https://www.dwc.knaw.nl/DL/publications/PU00012346.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

EINSTEIN, A. The Field equations of Gravity. English translation. Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, p. 844-847, 1915. Disponível em: <<https://einsteinpapers.press.princeton.edu/vol6-trans/129>>. Acesso em: 31 ago. 2021.

EINSTEIN, A. On a stationary system with spherical symmetry consisting of many gravitating masses. Annals of Mathematics, v. 40, n. 4, p. 922-936, 1939. Disponível em: <http://old.phys.huji.ac.il/~barak_kol/Courses/Black-holes/reading-papers/Einstein1939.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.

FIÚZA, Luciana; GUERRA, Andreia. Controvérsias históricas em torno à ideia de natureza: atividades com imagens. Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências, v. 16, n. 2, p. 125-145, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epcc/a/JJxX34zPnMjbKJ6xpKfHk8n/?lang=pt>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

FROLOV, V. F.; NOVIKOV, I. D. Black Hole Physics. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic, 1997. Disponível em: <<http://thirring.org/upload/blackhole.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

FRYER, C. L. Mass Limits For Black Hole Formation. The Astrophysical Journal, v. 522, n. 1, p. 413-418, 1999. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1086/307647/pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2021.

GAMMIE, C. F.; SHAPIRO, S. L.; MCKINNEY, J. C. Black Hole Spin Evolution. **The Astrophysical Journal**, v. 602, n. 1, p. 312-319, 2004. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1086/380996/pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2021.

GARCIA, D. S. O conceito de espaço em física moderna: um estudo a partir de objetos da cosmologia. Campo Grande, MS: Dissertação de Mestrado (UFMS), 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/2630>>. Acesso em: 13 ago. 2021.

GAWRYLEWSK, A. Golden Age of Black Holes. Scientific American, 2021. Disponível em: <<https://www.scientificamerican.com/article/golden-age-of-black-holes/>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

GENZEL, R.; EISENHAEUER, F.; GILLESSEN, S. The Galactic Center massive black hole and nuclear star cluster. Reviews of Modern Physics, v. 82, p. 3121-3195, 2010. Disponível em: <<https://journals.aps.org/rmp/pdf/10.1103/RevModPhys.82.3121>>. Acesso em: 13 ago. 2021.

GHEZ, A. et al. Measuring distance and properties of the milky way's central supermassive black hole with stellar orbits. ArXiv, 2008. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/0808.2870.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

GUARIENTO, D. C. *Evolução de Buracos Negros Primordiais no Universo*. São Paulo: Tese de Doutorado (IFUSP), 2010. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/43/43134/tde-16092010-102755/publico/tese.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

GUPTA, R. A Brief History of Black Holes. *The Wire*, 2019. Disponível em: <<https://thewire.in/the-sciences/a-brief-history-of-black-holes>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

HARARI, Y. N. *21 lições para o século 21*. São Paulo: Companhia das Letras, 2018.

HAWKING, S. W. Black hole explosions? *Nature*, v. 248, p. 30-31, 1974. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/248030a0>>. Acesso em: 13 ago. 2021.

HAWKING, S. W. Particle creation by black holes. *Communications in Mathematical Physics*, v. 43, p. 199-220, 1975. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF02345020.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2021.

HERDEIRO, C. A. R. The black hole fifty years after: Genesis of the name. *ArXiv*, 2019. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/1811.06587.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2021.

HORVATH, J. E. Uma proposta para o ensino da astronomia e astrofísica estelares no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 35, n. 4, p. 1-8, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1806-11172013000400012>>. Acesso em: 17 ago. 2021.

KERR, R. P. Gravitational Field of a Spinning Mass as an Example of Algebraically Special Metrics. *Physical Review Letters*, v. 11, p. 237-238, 1963. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/248781267_Gravitational_Field_of_a_Spinning_Mass_as_an_Example_of_Algebraically_Special_Metrics>. Acesso em: 11 ago. 2021.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, n. 4, 4402, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/jPYT5PrkLsy5TJQfM8pDWKB/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

LAPLACE, P.-S. *Exposition du Système du Monde*. Paris: 1796. Disponível em: <<https://www.loc.gov/resource/rbctos.2017gen02967?r=-1.196,0.09,3.392,1.391,0>>. Acesso em: 21 ago. 2021.

LAPLACE, P.-S. *The System of the World*. English translation by J. Pond. London: 1809. Disponível em: <<https://archive.org/details/systemworld01laplgoog/page/n8/mode/2up>>. Acesso em: 13 ago. 2021.

LAPLACE, P.-S. Beweis des Satzes, dass die anziehende Kraft bey einem Weltkörper so gross seyn könne, dass das Licht davon nicht ausströmen kann. *Allgemeine Geographische Ephemeriden*, v. 4, p. 1-6, 1799. Disponível em: <https://zs.thulb.uni-jena.de/rsc/viewer/jportal_derivate_00201002/AGE_1799_Bd04_0041.tif?logicalDiv=jportal_jparticle_00214574>. Acesso em: 11 ago. 2021.

LIMA JUNIOR, H. C. D. et al. Sombras de buracos negros: desvendando a física por detrás da imagem de M87. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 43, e20200232, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2020-0232>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

LUMINET, J.-P. Black Holes: A General Introduction. *ArXiv*, 1998. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/astro-ph/9801252.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2021.

MATSUURA, O. T. A primeira imagem de um buraco negro. *Cadernos de Astronomia*, v. 1, n. 1, p. 52-82, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/astrofisia/article/view/31781/21244>>. Acesso em: 11 ago. 2021.



MACHADO, R. R.; TORT, A. C. Michell, Laplace e as estrelas negras: uma abordagem para professores do Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 38, n. 2, e2314, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0017>>. Acesso em: 16 ago. 2021.

MATSAS, G. Gravitação semiclássica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 27, n. 1, p. 137-145, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1806-11172005000100016>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

MICHELL, J. On the Means of Discovering the Distance, Magnitude, &c. of the Fixed Stars, in Consequence of the Diminution of the Velocity of Their Light, in Case Such a Diminution Should be Found to Take Place in any of Them, and Such Other Data Should be Procured from Observations, as Would be Farther Necessary for That Purpose. By the Rev. John Michell, B. D. F. R. S. In a Letter to Henry Cavendish, Esq. F. R. S. and A. S. *Proceedings of the Royal Society of London, Philosophical Transactions of the Royal Society*, v. 74, p. 35-57, 1784. Disponível em: <<https://archive.org/details/philtrans00894012>>. Acesso em: 18 ago. 2021.

MIRABEL, I. F. The formation of stellar black holes. *ArXiv*, 2016. Disponível em: <<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1609/1609.08411.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2021.

MONTGOMERY, C.; ORCHISTON, W.; WHITTINGHAM, I. *Journal of Astronomical History and Heritage*, v. 12, n. 2, p. 90-96, 2009. Michell, Laplace and the origin of the black hole concept. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/303727417.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

MOURA, B. A.; SILVA, C. C. Abordagem multicontextual da história da ciência:

uma proposta para o ensino de conteúdos históricos na formação de professores. *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 7, n. 2, p. 336-348, 2014. Disponível em: <https://www.sbhc.org.br/arquivo/download?ID_ARQUIVO=1966>. Acesso em: 12 ago. 2021.

MURCHIKOVA, E. How the Event Horizon Telescope Showed Us a Black Hole. Institute for Advanced Studies (IAS), 2019. Disponível em: <<https://www.ias.edu/ideas/murchikova-eht-black-hole>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

NEVES, J. C. S. Relatividade bem comportada: buracos negros regulares. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 39, n. 3, e3303, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2016-0288>>. Acesso em: 17 ago. 2021.

NEVES, J. C. S. O buraco negro e sua sombra. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 42, e20200216, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2020-0216>>. Acesso em: 19 ago. 2021.

OPPENHEIMER, J. R.; SNYDER, H. On Continued Gravitational Contraction. *Physical Review*, v. 56, p. 455-459, 1939. Disponível em: <<https://journals.aps.org/pr/pdf/10.1103/PhysRev.56.455>>. Acesso em: 13 ago. 2021.

ORTEGA-RODRÍGUEZ, M. et al. The early scientific contributions of J. Robert Oppenheimer: Why did the scientific community miss the black hole opportunity? *Physics Perspective*, v. 19, p. 60-75, 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00016-017-0195-6.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea no ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/ceref/ojs/index.php/ienci/article/view/600>>. Acesso em: 13 ago. 2021.

PAGE, D. N. Hawking radiation and black hole thermodynamics. ArXiv, 21004. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/hep-th/0409024.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2021.

PAPANTONOPOULOS, E. (Ed.). Physics of Black Holes: A Guided Tour. New York: Springer, 2009.

PENROSE, R. Gravitational collapse and space-time singularities. Physical Review Letters, v. 14, n. 3, p. 57-59, 1965. Disponível em: <<https://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.14.57>>. Acesso em: 13 ago. 2021.

PIETROCOLA, M. Modern Physics in Brazilian Secondary Schools. Proceedings of the International Conference on Physics Education, New Delhi, 2005. Disponível em: <https://sites.usp.br/nupic/wp-content/uploads/sites/293/2016/05/Pietrocola_Modern_Physics_In_Brazilian_Secondary_Schools.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2021.

PIVETTA, M. De todos os tamanhos. Pesquisa Fapesp, v. 297, nov. 2020. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/de-todos-os-tamanhos/>>. Acesso em: 21 ago. 2021.

ROMERO, G. E.; VILA, G. S. Introduction to black hole astrophysics. New York: Springer, 2014.

SAA, A. Cem anos de buracos negros: o centenário da solução de Schwarzschild. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 38, n. 4, e4201, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0191>>. Acesso em: 17 ago. 2021.

SANTI, N. S. M.; SANTARELLI, R. Desvendando a radiação Hawking. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 41, n. 3, e20180312, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0312>>. Acesso em: 18 ago. 2021.

SCHNITTMAN, J. A brief history of black holes. Astronomy Magazine, 2019. Disponível em: <<https://astronomy.com/magazine/2019/08/a-brief-history-of-black-holes#:~:text=Karl%20Schwarzschild%20developed%20the%20idea,after%20Einstein%20published%20his%20theory.&text=For%20this%20reason%2C%20early%20physicists,Wheeler%20in%201967%3A%20black%20holes.>>. Acesso em: 18 ago. 2021.

SCHWARZSCHILD, K. On the Gravitational Field of a Mass Point according to Einstein's Theory. ArXiv, 27 fev. 1916. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/physics/9905030.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SIEMSEN, G. H.; LORENZETTI, L. O ensino de astronomia e a alfabetização científica e tecnológica: uma abordagem no ensino médio. Areté, v. 14, n. 28, p. 137-151, 2020. Disponível em: <<http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/1991/1156>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

SILVA, A. T. N. Termodinâmica de um buraco negro BTZ com um comprimento mínimo. Campina Grande, PB: Dissertação de Mestrado (UFCG), 2018.

SOUZA, J. C. C. F. Singularidade: O artigo seminal sobre buracos negros. Cadernos de Astronomia, v. 2, n. 1, 193-196, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/astrofisica/article/view/33409/22902>>. Acesso em: 14 ago. 2021.

STEINER, J. E. Buracos Negros: sementes ou cemitérios de galáxias? Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 27, n. especial, p. 723-742, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2010v27nespp723/17204>>. Acesso em: 12 ago. 2021.

STEPHANI, H. L. P. Weimar, Schiller and the Birth of Black Hole Theory. ArXiv, 2003. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/gr-qc/0304087.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2021.



STOICA, O. C. The Geometry of Black Hole Singularities. *Advances in High Energy Physics*, v. 2014, 907518, 2014. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/ahep/2014/907518/>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

STORCHI-BERGMANN, T. Buracos negros supermassivos: os monstros que se escondem no centro das galáxias. *Ciência e Cultura*, v. 61, n. 4, p. 38-41, 2009. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v61n4/13.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2021.

STORCHI-BERGMANN, T.; SCHNORR-MÜLLER, A. Observational Constraints on the Feeding of Supermassive Black Holes. *ArXiv*, 2019. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/1904.03338.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

WHEELER, J. A. *Geons, Black Holes, and Quantum Foam: A Life in Physics*. New York: W. W. Norton & Company, 2010.

XAVIER, S. V. M. C. B. et al. Órbitas esféricas de fótons ao redor de um buraco negro de Kerr. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 42, e20200181, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172020000100463&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 19 ago. 2021.

ZANOTELLO, M. Leitura de textos originais de cientistas por estudantes do Ensino Superior. *Ciência e Educação (Bauru)*, v. 17, n. 4, P. 987-1013, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000400014>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

ZORZETTO, R. O limite do visível. *Pesquisa Fapesp*, v. 279, p. 52-55, 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2019/05/052-e-055_Buraco-negro-279-1.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2021.

Formação docente e prática pedagógica: enredos na educação em ciências e biologia

Leonardo Priamo Tonello*, Eliane Gonçalves dos Santos**

Resumo

A prática pedagógica vem ocupando constantes debates sob diferentes dimensões em torno da formação de professores de Ciências e Biologia no Brasil. Assim, este trabalho tem como objetivo analisar os contextos, enfoques temáticos e as perspectivas da prática pedagógica na formação de professores de Ciências Biológicas, que transparecem nos trabalhos dos principais eventos no contexto brasileiro na área da Educação em Ciências e Biologia. Por meio da pesquisa qualitativa do tipo documental, investigou-se em dois grandes eventos da área no País, com a análise documental. Como resultados, emergiram dos trabalhos três categorias gerais de análise: (i) Contexto das Práticas Pedagógicas na Formação, (ii) Enfoque Temático das Práticas Pedagógicas na Formação e (iii) Perspectivas das Práticas Pedagógicas na Formação. Vislumbramos iniciativas na valorização e tomada crítica da prática pedagógica e que ainda persiste a necessidade de ampliá-la e discuti-la para atender seus cenários e complexidades.

Palavras-chave: Formação de professores; Licenciatura em Ciências Biológicas; Ensino de Ciências; Ensino de Biologia.

* Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). E-mail: leonardo.priamo.tonello@gmail.com.

** Doutora em Educação nas Ciências. Professora do Curso de Ciências Biológicas - Licenciatura e do Programa de Pós-Graduação no Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). E-mail: eliane.santos@uffs.edu.br.



Prática pedagógica e formação docente: diferentes dimensões de um problema de investigação¹

Dentro do desafio e da vasta dimensão que representa/envolve pesquisas em torno da prática pedagógica na formação docente, parece-nos que ela tem sido direta e indiretamente objeto de reflexões e de discussões, as quais envolvem diversas perspectivas, fundamentos e concepções. Nesse sentido, conforme Barreiro e Gebran (2006, p. 19), cabe perguntar: “mas de quais práticas estamos falando?”. Assim, podemos pensar: toda prática seria pedagógica? Ainda na discussão da ambiguidade e sentidos que pode significar, Franco (2016, p. 535) realiza as seguintes questões que parecem centrais:

Afinal de contas, o que é uma prática pedagógica? Talvez essa pergunta seja muito frequente entre alunos e professores. Percebe-se, em suas falas, certa tendência em considerar como pedagógico apenas o roteiro didático de apresentação de aula, ou seja, apenas o visível dos comportamentos utilizados pelo professor durante uma aula. Dessa situação, decorrem alguns questionamentos: 1) Prática docente é sempre uma prática pedagógica? 2) Existe prática pedagógica fora das escolas, além das salas de aula? 3) O que é, afinal de contas, o pedagógico? 4) O que caracteriza uma prática pedagógica?

Todavia, não temos o intuito de esgotar estas discussões ou buscar respostas fechadas a elas, mas integrá-las a um *continuum* de possibilidades às perspectivas atuais da formação docente e da prática pedagógica em diálogo com a Educação em Ciências e Biologia. Para Franco (2016), existe uma especificidade que distingue as práticas docentes construídas pedagogicamente – sendo, então, uma prática pedagógica – de dimensão maior do trabalho docente e que não necessariamente é associada a um agir mecânico e que desconsidera a construção e interação humana no processo.

Assim, em uma aproximação, com a configuração do que seja uma prática pedagógica, “considera-se que, nas práticas pedagogicamente construídas, há a mediação do humano e não a submissão do humano a um artefato técnico previamente construído” (FRANCO, 2016, p. 536). Para tanto, dentre os aspectos levantados, destacamos os seguintes: encontro educativo torna-se prática pedagógica, quando estiver organizado sobre intencionalidades e práticas que agregam sentidos a elas; será uma prática pedagógica, na medida que consegue desenvolver a reflexão coletiva e contínua - entre todos os envolvidos – em torno das intencionalidades; por fim, será pedagógica, quando articular práticas que possibilitarão alcançar os encaminhamentos inicialmente intencionalizados.

Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), o trabalho docente é impregnado de intencionalidade e, para ensinar, o professor necessita de conhecimentos e práticas para além das suas especificidades. Estes conhecimentos envolvem a formação humana por meio de conteúdos e habilidades, de pensamento e ação, o que implica escolhas, valores, compromissos éticos; introdução de objetivos de natureza conceitual, procedimental e valorativa, os conteúdos da matéria que ensina; transformar saber científico ou tecnológico em conteúdos formativos; selecionar e organizar conteúdos de acordo com critérios lógicos e psicológicos, conforme as características dos alunos e finalidades do ensino; utilizar métodos e procedimentos de ensino específicos, inserindo-os em uma estrutura organizacional para participar de decisões e ações coletivas.

Inexoravelmente, não é qualquer prática que atende à formação docente e à atividade profissional. Essa necessita ser pensada e entendida, do planejamento até a sistematização de processos intencionais e estruturados de aprendizagem: “[...] destaca-se que o conceito de prática pedagógica poderá variar dependendo da compreensão de pedagogia e até mesmo do sentido que se atribui à prática” (FRANCO, 2016, p. 536).

Para isso, assim como estudos no campo, é importante situar sobre o levantamento dos modelos de racionalidade que têm condicionado a prática pedagógica nos cursos de Ciências Biológicas no País (MARANDINO, 2003; KRASILCHIK, 2004; MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009, GÜLLICH, 2013). Tais entendimentos dos modelos de racionalidade têm, igualmente, assumido os modelos de formação e diálogos com os contextos da prática pedagógica na formação de professores de Ciências Biológicas, e esta análise contribui com as pesquisas sempre pertinentes e crescentes tanto no campo de formação de professores, quanto nas políticas públicas educacionais e curriculares (KRASILCHIK, 1987; PÉREZ-GÓMEZ, 1998; BARREIRO; GEBRAN, 2006; AYRES, 2005; MOHR; WIELEWICKI, 2017; DINIZ-PEREIRA, 1999; 2011; 2014; GATTI; BARRETTO; ANDRÉ, 2011; GATTI, 2014; FERREIRA; SANTOS; TERRERI, 2016). Tais estudos nos indicam marcas do próprio campo, o qual tem realizado enfoques variados sobre tais discussões.

Portanto, cabe entendê-la (a prática pedagógica) dentro de uma dimensão epistemológica, que marca os modos de concebê-la. Três racionalidades são apontadas no contexto brasileiro e internacional, as quais reverberam nas políticas públicas educacionais, nos cursos de Ensino Superior de formação de professores - as licen-



ciaturas - e nos processos que decorrem dos modos de conceber a prática pedagógica: a técnica, a prática e a crítica (DINIZ-PEREIRA, 2014).

A *racionalidade técnica* ou *técnico-científica* é também uma visão positivista, a qual se utiliza de um conjunto de instrumentos e técnicas (métodos) científicos com viés de controlar, dominar a prática e os problemas que dela emergem. Para Franco (2016), este pensamento tem marcado em certa medida a impossibilidade à prática pedagógica, ao realizar um fechamento epistemológico e restritivo a este modo de ciência positivista e linear – e da unicausalidade, em transmissão de conhecimentos.

Em oposição a esta racionalidade técnica, Borges e Tardif (2001) consideram que do movimento iniciado nos Estados Unidos e Canadá, a partir da década de 1980, emergiram esforços em prol de uma *racionalidade prática* (SCHÖN, 1983; 2000)². Ela foi fundamental para uma *epistemologia da prática pedagógica*, como “conjunto de saberes utilizados realmente pelos profissionais em seu espaço de trabalho cotidiano para desempenhar todas as suas tarefas” (TARDIF, 2014, p.255).

Para além de fundamentos e pesquisas, a racionalidade prática influenciou em reformas na formação do professor da Educação Básica. Para Diniz-Pereira (2011) e Mohr e Wilewicz (2017), no Brasil, os reflexos foram materializados especialmente a partir dos anos 2000, com a instituição das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de graduação de licenciatura plena (BRASIL, 2002) e com a resolução de 2015 (BRASIL, 2015). Este movimento pautou-se na construção de um novo *status* para a profissão docente e do exercício da prática profissional (BORGES; TARDIF, 2001).

Nestas resoluções, a prática pedagógica foi incorporada desde o início dos cursos de licenciatura, na forma de uma Prática como Componente Curricular (PCC) e não somente nos Estágios Supervisionados, capaz de ser um “[...] conjunto de atividades formativas que proporcionam experiências de aplicação de conhecimentos ou de desenvolvimento de procedimentos próprios ao exercício da docência” (BRASIL, 2005, p. 3). Assim, implementou uma valorização da prática pedagógica, com carga horária específica (400 horas) na grade curricular, com o objetivo de aproximar os licenciandos do contexto da escola e estabelecer uma relação dialética entre teoria e prática, possibilitando na licenciatura o conhecimento e a análise de/as situações pedagógicas próprias da formação profissional. Por isso, devem estar relacionados à formação pedagógica de caráter prática, e não aquelas relacionadas aos fundamentos técnico-científicos (BRASIL, 2001; 2005).

Por vez, quando entendemos que as práticas pedagógicas se organizam em torno de um contexto de intencionalidades e reflexão, as quais perpassam o coletivo envolvido de forma crítica, histórica, social e cultural, esta é compreendida dentro de uma *racionalidade crítica* (CARR; KEMMIS, 1986; ZEICHNER, 1993) ou também, conforme Franco (2016), uma *racionalidade pedagógica crítico-emancipatória*, a qual está pautada na necessidade da prática pedagógica assumir princípios de uma perspectiva crítica que: i) se organizam em torno de intencionalidades previamente estabelecidas, que serão perseguidas ao longo do processo didático, de formas e meios variados; ii) caminham por entre resistências e desistências, numa perspectiva dialética, pulsional, totalizante; iii) trabalham com e na historicidade e implicam tomadas de decisões, de posições transformadas pelas contradições.

Assim, a formação envolve um fundamental processo de reflexão e pesquisar sobre a prática, que, conforme autores como Zeichner (1993), Alarcão (1996), Schön (2000), Güllich (2013), Tardif (2014), Santos (2018), Freire (2020), constitui um movimento e uma estratégia que possibilita pensar sobre/na/para a prática, o desenvolvimento docente, sua identidade e seus saberes, potencializando a formação destes professores à medida que significam suas ações. Tais entendimentos apontam para a “[...] valorização da prática profissional como momento de construção de conhecimento por meio da reflexão, análise e problematização dessa prática” (PIMENTA; LIMA, 2012, p. 48).

Desta forma, consideramos que discutir as perspectivas da prática pedagógica é condição *sine qua non* para a melhoria da formação docente e atividade profissional. Por ela perpassa um território de embates entre teoria e prática, de saberes, de relações e incertezas. Para isso, definimos como objetivo analisar quais os contextos, enfoques temáticos e as perspectivas da prática pedagógica na formação de professores de Ciências Biológicas, que transparecem nos trabalhos dos principais eventos em contexto brasileiro na área da Educação em Ciências e Biologia.

Metodologia da pesquisa: contexto de investigação, coleta e análise de dados

Para Lüdke e André (2013), um bom contexto de investigação deve ser capaz de abranger o máximo possível das dimensões necessárias do problema de pesquisa e do objetivo proposto. Assim, definimos, como contexto deste trabalho, os dois maiores



eventos no Brasil da área de Educação em Ciências e Biologia: i) Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) e ii) Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO), promovido pela Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBIO), que são bienais. Estes eventos vêm apresentando diversas perspectivas no âmbito da pesquisa e da prática acerca da Educação em Ciências e Biologia, momento oportuno para a socialização de trabalhos de diversas modalidades, como relatos de experiência, pesquisas e produção de materiais didáticos entre professores e pesquisadores formadores da universidade, licenciandos e professores da Educação Básica, em intercâmbio com a escola. Dentre estes elementos, demarcamos íntima ligação com as práticas pedagógicas e suas perspectivas atuais para o campo de pesquisa em Educação e formação de professores de Ciências e Biologia em contexto brasileiro.

Como buscamos investigar perspectivas mais atuais, realizamos a coleta de dados nas (i) últimas três edições de cada evento, assumindo um recorte temporal de 2014 a 2019. Além deste critério de edições/período, (ii) pesquisas brasileiras, (iii) modalidades textuais em formato de artigos/*papers*; (iv) disponíveis em versão completa; (v) realizadas empiricamente ou que relatem/versem sobre práticas pedagógicas; (vi) envolvem sujeitos licenciandos em Ciências Biológicas em formação. A inclusão ou exclusão (processo decisório) das publicações ocorreu até a necessária clareza do conteúdo e atendimento ou não dos critérios de análise, a partir da seguinte ordem, respectivamente: título, resumo; introdução; metodologia; considerações finais. Conforme esses critérios, a busca ativa foi realizada nas páginas das associações ABRAPEC³ e SBEnBIO⁴ para a análise respectivamente das atas do ENPEC, na linha de formação de professores e integralmente nos anais do ENEBIO, pois os textos não estavam separados em linhas/eixos individuais para estudo.

Desta forma, a pesquisa assume natureza qualitativa em educação e do tipo documental, conforme Lüdke e André (2013). Segundo as autoras, sobre a decisão e caracterização do tipo de documento usado, é fundamental estar em consonância com o estudo que o pesquisador pretende desenvolver. Neste caso, considerando os artigos publicados nos dois eventos de relevância ao estudo, caracterizam-se como sendo do tipo oficial, em que será fonte da busca de dados no processo de análise qualitativa documental em educação. Após esta delimitação do tipo documental e seleção do material conforme os critérios estabelecidos, procedemos à

formação de categorias da análise documental, compostas por três etapas básicas: a primeira consistiu na aproximação com a interpretação do *corpus*, primeiras identificações e demarcação em confronto com elementos iniciais apresentados no objetivo deste trabalho, que foram se modificando e assumindo novos formatos e organizações no processo constante de empiria, possibilitando a codificação dos dados no caminho de formação de categorias sob aspectos e agrupamentos semelhantes; posteriormente, a segunda fase constituiu na análise das categorias formadas, se estavam em consonância ou eram coerentes com a pesquisa, sua homogeneidade interna, heterogeneidade externa, inclusividade, e plausibilidade; na terceira fase, buscamos as estratégias de aprofundamento das relações possíveis, releituras do material e ampliação das categorias, movimento que possibilitou a formação e constituição das subcategorias que foram emergentes deste processo de ampliação no contexto da pesquisa no que “se mostrou” sobre as práticas pedagógicas dos trabalhos que compuseram o *corpus* de investigação (LÜDKE; ANDRÉ, 2013).

Assim, a formação das categorias deste estudo foi a *posteriori* pela análise ativa dos trabalhos. Emergiram da pesquisa três categorias gerais, conforme veremos em sequência: i) Contexto das Práticas Pedagógicas na Formação; ii) Enfoque Temático das Práticas Pedagógicas na Formação (ETF); iii) Perspectivas das Práticas Pedagógicas na Formação. Tais categorias nos permitem compreender o enredo da prática pedagógica, que, conforme a análise empírica, apresenta indícios para sua constituição.

A primeira, 1) *Contexto das Práticas Pedagógicas na Formação*, foi constituída por aspectos que denotam os contextos de formação das práticas pedagógicas presentes nos trabalhos analisados. Neste sentido, foi possível a identificação de duas subcategorias: 1.1) *origem na formação (OF)*: definida com base nos contextos de surgimento das práticas pedagógicas na formação docente, a saber: Estágio Supervisionado (ES); Prática como Componente Curricular (PPC); Conhecimentos disciplinares das Ciências Biológicas (CCB); Conhecimentos disciplinares Pedagógico-Didático (CPD); Extensão Universitária (EU); Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID); Programa de Educação Tutorial (PET). Assim, identificamos no diálogo destas práticas pedagógicas a existência destes contextos, que geralmente citavam as DCNs (BRASIL, 2002; 2015)⁵ para a formação de professores da Educação Básica, para sua abordagem, como ES, PCC,



CPD e CCB; as políticas de iniciação à docência, como o PIBID, projetos no enredo da EU e PET. Na outra subcategoria 1.2) *desenvolvimento por nível de ensino (DNE)*, foi analisado o nível de ensino em que ocorriam e eram desenvolvidas, identificando os seguintes: Ensino de Ciências (EC) no Ensino Fundamental; Ensino de Biologia (EB) no Ensino Médio; Ensino de Ciências e Biologia, nos dois níveis de ensino; Educação de Jovens e Adultos (EJA); Educação Não Formal (ENF); e Universidade (UNI) no Ensino Superior. Tais contextos se apresentavam explícita ou implicitamente. Alguns, para serem categorizados, tiveram que ser analisados por completo e em detalhes nas discussões para obtenção dos indícios necessários. Cientes das variações nominais, optamos pelas supracitadas, por exemplo, CPD: apesar da grande predominância de denominação, consideramos outras variações, como disciplinas de “Laboratório de...”, “Didática de...”, “Metodologia de Ensino de...”. A denominação de CCB se deu pela pluralidade de denominações disciplinares das Ciências Biológicas (Ex. Botânica, Zoologia, Ecologia, etc). Assim, traçamos o percurso assumido pela prática pedagógica na formação de professores de Ciências Biológicas e da existência *sine qua non* de um contexto que apresenta uma origem na formação e um desenvolvimento por níveis de ensino.

A segunda categoria, 2) *Enfoque Temático das Práticas Pedagógicas na Formação (ETF)*, configurou-se sobre os enfoques temáticos da prática pedagógica, com sete subcategorias, que emergiram: 2.1) *saberes docentes*, tivemos indícios em trabalhos que tratavam dos saberes da atividade da docência mobilizados e produzidos em contexto prático; 2.2) *metodologias de ensino, materiais e estratégias didáticas*, percebidos em práticas pedagógicas dos trabalhos que discutiam e abordaram as diferentes e variadas metodologias, estratégias e produção de material didático para o Ensino de Ciências e Biologia; 2.3) *prática reflexiva*, incorporou trabalhos que tratavam o professor prático-reflexivo, que pensava o processo da reflexividade na/para/sobre a ação docente e seu papel para a melhoria e transformação dos contextos em discussão; 2.4) *constituição docente*, foi evidenciado naqueles que discutiam a constituição do professor nas tessituras da prática pedagógica; 2.5) *temas e conteúdos de ensino*, leva em conta trabalhos que buscaram desenvolver e propor abordagens com base no destaque de temas transversais, integradores e conteúdo das Ciências e Biologia(s), seus processos de ensino e aprendizagem; 2.6) *planejamento e avaliação*, analisamos

os trabalhos que tratavam do planejamento e/ou avaliação de práticas pedagógicas; 2.7) *desenvolvimento curricular*, incluímos os trabalhos que buscaram a produção do currículo e que propuseram o desenvolvimento de um percurso curricular em ação.

A terceira e última categoria, 3) *Perspectivas das Prática Pedagógicas na Formação*, foi definida pela percepção das perspectivas de formação (PF) das práticas pedagógicas, em que encontramos indícios para três perspectivas gerais, que formaram as subcategorias: 3.1) *experiências com o outro e sobre o outro: a existência e necessidade de um coletivo* (A), buscamos analisar elementos como coletividade no desenvolvimento, discussões e sistematizações das práticas pedagógicas em constante interações humanas no processo; 3.2) *experiências situadas no ambiente dos processos da prática profissional* (B), consideramos a análise de elementos da prática pedagógica em contexto situado no trabalho docente ou que se aproximaram do exercício da atividade profissional; 3.3) *relação teoria-prática e o professor como investigador crítico-reflexivo* (C), emergiu das discussões sobre teoria e prática (e esta relação) na formação docentes em Ciências Biológicas e a existência do professor na perspectiva crítico-reflexiva, que pensa suas práticas, os processos de ensinar e aprender em relação com a transformação crítica dos contextos históricos, sociais e culturais que permeiam a docência e a escola. Assim, as subcategorias emergentes que compuseram as análises não foram indissociáveis, mas complementares e com casos de indícios em mais de uma perspectiva na mesma prática pedagógica em discussão, ou seja, como podemos encontrar mais de uma perspectiva em um mesmo trabalho, a soma da frequência encontrada entre as categorias não é proporcional ao número total de trabalhos.

Nesse sentido, organizamos os dados conforme os itens analisados e descritos acima. Buscamos tabular as informações da seguinte forma: (i) atribuição de uma identificação (ID) do trabalho (T1..Tn); ii) evento; (iii) ano; (iv) Instituição de Ensino Superior (IES), do primeiro autor, em caso de mais de um; (v) o contexto, integrado pela origem na formação (OF) e desenvolvimento por nível de ensino (DNE); (vi) enfoque temático de formação (ETF); e (vii) perspectiva de formação (PF).



Enredos da prática pedagógica na formação docente em Ciências (biológicas)

Posterior à análise e aos procedimentos metodológicos, selecionamos 230 trabalhos que compuseram o *corpus* dos dados sistematizados e caracterizados (Quadro 1). Destes trabalhos, conforme o contexto investigado, 196 são pertencentes ao ENEBIO e 34 ao ENPEC. Emergiram, na análise e codificação dos dados, três categorias gerais. A primeira sobre os contextos de formação da prática pedagógica, disposta em duas subcategorias: origem na formação (OF) e desenvolvimento por nível de ensino (DNE). A segunda categoria sobre os enfoques temáticos na formação (ETF) da prática pedagógica, com sete subcategorias: saberes docentes, metodologias de ensino, materiais e estratégias didáticas, prática reflexiva, constituição docente, temas e conteúdo de ensino, planejamento e avaliação, e desenvolvimento curricular. Na terceira categoria, perspectivas de formação (PF) da prática pedagógica, encontramos indícios para três perspectivas gerais, que formaram as subcategorias: experiências com o outro e sobre o outro: a existência e necessidade de um coletivo (A); experiências situadas no ambiente dos processos da prática profissional (B); relação teoria-prática e o professor como investigador crítico-reflexivo (C).

Quadro 1: Trabalhos que versam sobre a prática pedagógica na formação docente em Ciências Biológicas.

(continua...)

ID	Evento	Ano	IES	Cont. de For.		ETF	PF	ID	Evento	Ano	IES	Cont. de For.		ETF	PF
				OF	DNE							OF	DNE		
T1	ENPEC	2019	UFF	EU	ECB	5	B	T116	ENEBIO	2016	UFC	PIBID	EB	4	B
T2	ENPEC	2019	UFBA	EU	EB	5	B,C	T117	ENEBIO	2016	UESB	ES	ECB	6	B
T3	ENPEC	2019	UFES	ES	ECB	1	A,B,C	T118	ENEBIO	2016	UFRN	ES	EC	2	B
T4	ENPEC	2019	UFRN	PIBID	UNI	5	A,B	T119	ENEBIO	2016	UFRN	PIBID	EC	5	A,B
T5	ENPEC	2019	UEA	ES	ECB	1	A,B	T120	ENEBIO	2016	UFMS	ES	EJA	2	B,C
T6	ENPEC	2019	UFVJM	PET	ECB	4	A	T121	ENEBIO	2016	UFMS	ES	EC	5	B
T7	ENPEC	2019	UFRN	PIBID	UNI	4	B,C	T122	ENEBIO	2016	UFRJ	EU	EC	2	B,C
T8	ENPEC	2019	UEP	ES	ECB	6	B	T123	ENEBIO	2016	UECE	PIBID	EB	2	B
T9	ENPEC	2017	UFPE	PIBID	ECB	4	B	T124	ENEBIO	2016	UEM	ES	EB	4	A,B,C
T10	ENPEC	2017	UFFS	ES	EC	3	B,C	T125	ENEBIO	2016	UFTPR	ES	EB	5	B,C
T11	ENPEC	2017	UFRN	ES	EC	4	A,B,C	T126	ENEBIO	2016	UESB	PIBID	EB	2	B,C
T12	ENPEC	2017	UFG	ES	ECB	4	A,B	T127	ENEBIO	2016	UTFPR	PIBID	UNI	2	C
T13	ENPEC	2017	UFAM	EU	UNI	1	A,B,C	T128	ENEBIO	2016	UFFS	CPD	UNI	2	A,C
T14	ENPEC	2017	UFABC	PIBID	ECB	2	A,B	T129	ENEBIO	2016	Unimontes	PIBID	EC	2	B,C
T15	ENPEC	2017	UFSCar	PIBID	ECB	4	A,B	T130	ENEBIO	2016	UTFPR	PIBID	EC	5	B,C
T16	ENPEC	2017	UFMS	ES	ECB	3	A,B,C	T131	ENEBIO	2016	UFLA	PIBID	ECB	5	A,B,C
T17	ENPEC	2017	UNICAMP	PIBID	ECB	4	B,C	T132	ENEBIO	2016	UFABC	PIBID	EC	2	B
T18	ENPEC	2017	UFAM	ES	EJA	2	A,B	T133	ENEBIO	2016	UFC	PET	UNI	4	A,B
T19	ENPEC	2017	UFES	ES	EB	1	A,B	T134	ENEBIO	2016	UFLA	ES	UNI	5	A,B,C
T20	ENPEC	2017	UNESP	ES	ENF	3	B,C	T135	ENEBIO	2016	UFFS	PIBID	ECB	4	A,B,C
T21	ENPEC	2015	UFRPE	PPC	UNI	7	C	T136	ENEBIO	2016	UEM	ES	EB	3	A,B,C
T22	ENPEC	2015	UFSC	PPC	UNI	7	A,C	T137	ENEBIO	2016	UECE	PET	EC	5	B
T23	ENPEC	2015	UEL	CPD	EB	2	B	T138	ENEBIO	2016	UFS	ES	EC	3	B,C
T24	ENPEC	2015	UFES	ES	EB	2	A,B,C	T139	ENEBIO	2016	UFLA	PIBID	UNI	2	C
T25	ENPEC	2015	IFES	PIBID	EC	2	A,B,C	T140	ENEBIO	2016	UFVJM	PIBID	EC	2	B
T26	ENPEC	2015	ULBRA	ES	EC	3	B,C	T141	ENEBIO	2016	UFMS	ES	ECB	2	B,C
T27	ENPEC	2015	UFRPE	ES	ECB	4	A,B	T142	ENEBIO	2016	UFG	ES	EB	2	B
T28	ENPEC	2015	UFG	ES	EB	2	A,B	T143	ENEBIO	2016	UECE	PET	EB	2	B

T29	ENPEC	2015	UERJ	PIBID	ECB	4	A,B	T144	ENEBIO	2016	UESC	ES	EB	4	A,B,C
T30	ENPEC	2015	UPE	PPC	UNI	7	C	T145	ENEBIO	2016	UFABC	PIBID	EB	2	B
T31	ENPEC	2015	ULBRA	ES	EB	1	B	T146	ENEBIO	2016	UESC	ES	EB	2	B
T32	ENPEC	2015	UFSC	PIBID	ECB	4	B	T147	ENEBIO	2016	UFPA	PIBID	EC	2	B
T33	ENPEC	2015	UNIOESTE	PIBID	ECB	4	C	T148	ENEBIO	2016	UTFPR	PIBID	EC	2	B,C
T34	ENPEC	2015	UESB	ES	ECB	1	B,C	T149	ENEBIO	2016	UFPA	ES	EB	5	B
T35	ENEBIO	2018	IFFAR	PPC	EB	2	B,C	T150	ENEBIO	2016	UFSCar	PIBID	EB	2	A,B,C
T36	ENEBIO	2018	UESB	ES	EC	4	A,B	T151	ENEBIO	2016	UFS	ES	ENF	2	B
T37	ENEBIO	2018	UFPA	ES	EC	4	B,C	T152	ENEBIO	2016	UEPG	PPC	ECB	7	C
T38	ENEBIO	2018	UFFS	PIBID	ECB	3	A,B,C	T153	ENEBIO	2016	UFC	PET	EB	5	B
T39	ENEBIO	2018	UFSC	PPC	UNI	7	A,C	T154	ENEBIO	2016	UNEB	ES	EJA	4	A,B,C
T40	ENEBIO	2018	UEA	ES	EC	2	B	T155	ENEBIO	2016	UFMS	ES	ECB	4	A,B
T41	ENEBIO	2018	UFRJ	EU	ECB	4	A,B	T156	ENEBIO	2016	UEM	ES	EC	2	B
T42	ENEBIO	2018	UERJ	PPC	ECB	7	A,B,C	T157	ENEBIO	2016	UFPE	PIBID	EB	4	A,B,C
T43	ENEBIO	2018	UFSCar	PIBID	ECB	5	A,C	T158	ENEBIO	2016	UECE	ES	EB	2	B,C
T44	ENEBIO	2018	UFF	EU	UNI	2	A,C	T159	ENEBIO	2016	UNEB	ES	EB	4	B,C
T45	ENEBIO	2018	UFSC	CCB	UNI	5	A,C	T160	ENEBIO	2016	UEM	ES	EC	2	B,C
T46	ENEBIO	2018	UFV	ES	EB	4	B,C	T161	ENEBIO	2014	UFSC	PIBID	EB	5	B
T47	ENEBIO	2018	UFFS	PIBID	ECB	4	A,C	T162	ENEBIO	2014	UNICSUL	PIBID	EC	2	A,C
T48	ENEBIO	2018	UFV	ES	ECB	3	A,B,C	T163	ENEBIO	2014	UFFS	CPD	UNI	4	A,C
T49	ENEBIO	2018	UFABC	ES	EC	2	B	T164	ENEBIO	2014	UFRJ	EU	EC	2	A,B,C
T50	ENEBIO	2018	UFPA	PIBID	EB	2	B	T165	ENEBIO	2014	UESC	CPD	U	2	A,C
T51	ENEBIO	2018	UFSC	EU	UNI	2	A,C	T166	ENEBIO	2014	UFMS	ES	EJA	3	A,C
T52	ENEBIO	2018	UESB	ES	EB	4	B,C	T167	ENEBIO	2014	UFPR	ES	UNI	6	A,B
T53	ENEBIO	2018	UERJ	PIBID	EC	5	B	T168	ENEBIO	2014	UFABC	PIBID	EB	2	B
T54	ENEBIO	2018	UFPA	EU	ECB	2	A,B,C	T169	ENEBIO	2014	UFG	PPC	UNI	2	C
T55	ENEBIO	2018	UFRJ	EU	EB	5	A,C	T170	ENEBIO	2014	UFFS	PIBID	EB	5	B
T56	ENEBIO	2018	UFF	PIBID	ECB	2	B	T171	ENEBIO	2014	UFFS	ES	EC	4	A,B,C
T57	ENEBIO	2018	UFS	ES	ECB	4	A,B,C	T172	ENEBIO	2014	UFFS	PIBID	EC	2	B,C
T58	ENEBIO	2018	USP	EU	UNI	5	A,C	T173	ENEBIO	2014	UFRJ	ES	EB	5	B
T59	ENEBIO	2018	UERJ	PIBID	EB	2	B	T174	ENEBIO	2014	UECE	ES	EB	4	B,C

(continua...)

T60	ENEBIO	2018	UFS	ES	EB	2	B	T175	ENEBIO	2014	UFRN	ES	EC	2	B
T61	ENEBIO	2018	UFRN	PIBID	EC	3	B,C	T176	ENEBIO	2014	UFSC	PPC	UNI	4	A,C
T62	ENEBIO	2018	UEPA	ES	EC	4	A,B,C	T177	ENEBIO	2014	UNOCHAPECÓ	ES	EC	4	A,B
T63	ENEBIO	2018	UFC	ES	EC	2	A,B	T178	ENEBIO	2014	UNOCHAPECÓ	CPD	UNI	2	C
T64	ENEBIO	2018	IFPA	EU	EC	5	A,C	T179	ENEBIO	2014	UFF	CCB	UNI	2	A,B,C
T65	ENEBIO	2018	UFOPA	PIBID	EC	2	B	T180	ENEBIO	2014	UECE	ES	EC	4	A,B
T66	ENEBIO	2018	UFABC	PIBID	EB	2	B	T181	ENEBIO	2014	UFC	PET	ECB	5	B
T67	ENEBIO	2018	UFSCar	PIBID	ECB	1	A,B,C	T182	ENEBIO	2014	UFABC	PIBID	EC	5	B
T68	ENEBIO	2018	UFOPA	PIBID	EC	5	B	T183	ENEBIO	2014	UFLA	PIBID	ECB	4	B,C
T69	ENEBIO	2018	UFSC	EU	ECB	3	A,B,C	T184	ENEBIO	2014	UECE	ES	ECB	2	A,B
T70	ENEBIO	2018	UNAMA	ES	EC	2	B	T185	ENEBIO	2014	UFLA	CPD	UNI	7	A,C
T71	ENEBIO	2018	UECE	PIBID	EB	5	A,B,C	T186	ENEBIO	2014	UECE	PIBID	EC	5	B
T72	ENEBIO	2018	UECE	ES	EB	2	B,C	T187	ENEBIO	2014	UFMS	ES	EB	6	A,B,C
T73	ENEBIO	2018	UECE	ES	EB	1	B,C	T188	ENEBIO	2014	UFLA	PIBID	ECB	4	A,B,C
T74	ENEBIO	2018	UEFS	CCB	ECB	2	A,B,C	T189	ENEBIO	2014	UFRN	ES	EB	2	A,B
T75	ENEBIO	2018	UEFS	ES	EC	4	B	T190	ENEBIO	2014	UFSC	PIBID	ECB	4	A,B,C
T76	ENEBIO	2018	UFPA	ES	EC	3	A,B,C	T191	ENEBIO	2014	UFMS	ES	EB	4	B
T77	ENEBIO	2018	UNAMA	ES	EC	5	B	T192	ENEBIO	2014	UFLA	CPD	EB	2	C
T78	ENEBIO	2018	UFRJ	EU	ECB	5	B,C	T193	ENEBIO	2014	UECE	ES	EB	4	A,B,C
T79	ENEBIO	2018	UEA	ES	EC	5	B,C	T194	ENEBIO	2014	UFABC	PIBID	ECB	1	B,C
T80	ENEBIO	2016	UECE	ES	EB	2	B,C	T195	ENEBIO	2014	UFRN	PIBID	EB	6	B
T81	ENEBIO	2016	UNIOESTE	PIBID	ECB	2	A,B,C	T196	ENEBIO	2014	UFFS	ES	EC	3	A,B,C
T82	ENEBIO	2016	UEL	PIBID	EC	2	B	T197	ENEBIO	2014	UFRRJ	PPC	EB	2	A,C
T83	ENEBIO	2016	UFFS	ES	EC	6	A,B,C	T198	ENEBIO	2014	UESB	ES	EB	4	A,B,C
T84	ENEBIO	2016	UERJ	PIBID	EB	5	B	T199	ENEBIO	2014	PUCMinas	PIBID	EB	6	B
T85	ENEBIO	2016	UFFS	PIBID	ECB	4	A,B,C	T200	ENEBIO	2014	UFPE	ES	ENF	4	B
T86	ENEBIO	2016	UFFS	PIBID	EC	3	A,C	T201	ENEBIO	2014	UESB	ES	EC	4	A,B,C
T87	ENEBIO	2016	UFFS	PET	EB	5	A,B	T202	ENEBIO	2014	UFABC	PIBID	ECB	3	A,B,C
T88	ENEBIO	2016	UFT	CPD	UNI	7	A,B,C	T203	ENEBIO	2014	UFMG	ES	EB	5	A,B
T89	ENEBIO	2016	UFC	ES	EB	3	B,C	T204	ENEBIO	2014	UFRBA	ES	EB	4	A,B,C
T90	ENEBIO	2016	UERJ	PIBID	ENF	4	B	T205	ENEBIO	2014	UNESP	PIBID	ECB	4	A



T91	ENEBIO	2016	UTFPR	PIBID	EC	5	B	T206	ENEBIO	2014	UFGD	ES	EB	4	B,C
T92	ENEBIO	2016	UnB	PIBID	EB	2	B	T207	ENEBIO	2014	UFFS	PIBID	EB	2	A,B,C
T93	ENEBIO	2016	UFPE	PIBID	EB	5	B,C	T208	ENEBIO	2014	UFPA	ES	EB	5	B
T94	ENEBIO	2016	UECE	PIBID	ECB	4	A,B,C	T209	ENEBIO	2014	UESC	PCC	ECB	4	B,C
T95	ENEBIO	2016	UESB	ES	EB	5	B	T210	ENEBIO	2014	UFLA	PIBID	ECB	6	A,B
T96	ENEBIO	2016	UESB	PIBID	EB	2	B	T211	ENEBIO	2014	UFMG	ES	EB	3	A,B,C
T97	ENEBIO	2016	UECE	PIBID	ECB	2	A,B,C	T212	ENEBIO	2014	UFF	PIBID	EC	5	B
T98	ENEBIO	2016	UFPE	PIBID	EB	5	B	T213	ENEBIO	2014	UFABC	CPD	ECB	2	B
T99	ENEBIO	2016	UERJ	PIBID	EB	2	B	T214	ENEBIO	2014	UFC	PIBID	UNI	4	A,B
T100	ENEBIO	2016	UESB	PIBID	EB	2	B	T215	ENEBIO	2014	UFC	PIBID	ECB	6	B
T101	ENEBIO	2016	UFPE	PIBID	EB	4	A,B	T216	ENEBIO	2014	UERJ	CPD	UNI	6	C
T102	ENEBIO	2016	UFFS	PIBID	EC	2	B	T217	ENEBIO	2014	UFC	CPD	UNI	2	C
T103	ENEBIO	2016	UFSCar	ES	EB	5	B	T218	ENEBIO	2014	UFSC	PCC	UNI	5	A,C
T104	ENEBIO	2016	UFFS	ES	EB	4	A,B,C	T219	ENEBIO	2014	UFSC	PIBID	ECB	2	B,C
T105	ENEBIO	2016	UEA	PIBID	EC	2	B	T220	ENEBIO	2014	UFLA	CCB	ECB	4	A,B,C
T106	ENEBIO	2016	UEL	ES	EB	3	A,B,C	T221	ENEBIO	2014	UFRN	PIBID	EB	2	B
T107	ENEBIO	2016	UFFS	EU	EB	5	A,B,C	T222	ENEBIO	2014	UFPA	PCC	EC	7	A,C
T108	ENEBIO	2016	UFMS	ES	ECB	3	A,C	T223	ENEBIO	2014	UFLA	PIBID	ECB	4	A,B,C
T109	ENEBIO	2016	UNIJUÍ	PIBID	ECB	3	A,B,C	T224	ENEBIO	2014	UESC	CPD	UNI	2	A
T110	ENEBIO	2016	IFRN	PIBID	EB	2	AB	T225	ENEBIO	2014	UNOCHAPECÓ	CPD	EC	5	B
T111	ENEBIO	2016	UESB	ES	ECB	1	A,B,C	T226	ENEBIO	2014	UnB	ES	UNI	3	A,C
T112	ENEBIO	2016	UFPE	PIBID	ECB	4	B,C	T227	ENEBIO	2014	UERJ	ES	EC	2	B
T113	ENEBIO	2016	UNEB	ES	EB	4	B	T228	ENEBIO	2014	UFBA	ES	UNI	3	A,C
T114	ENEBIO	2016	UFFS	PIBID	EC	5	B	T229	ENEBIO	2014	UESC	PIBID	EJA	4	B
T115	ENEBIO	2016	UECE	PIBID	EB	4	A,C	T230	ENEBIO	2014	UFLA	PIBID	ECB	2	A,B

Fonte: Autores (2021). **Notas:** 1. **ID – Identificação;** 2. **IES – Instituição de Ensino Superior;** **OF – Origem na Formação:** 3.1. ES - Estágio Supervisionado; 3.2. PCC - Prática como Componente Curricular; 3.3. CCB – Conhecimentos disciplinares das Ciências Biológicas; 3.4. CPD - Conhecimentos disciplinares Pedagógico-Didático; 3.5. EU - Extensão Universitária; 3.6. PIBID - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência; 3.7. PET - Programa de Educação Tutorial; 4. **DNE - Desenvolvimento por Nível de Ensino:** 4.1. EC - Ensino de Ciências; 4.2. EB - Ensino de Biologia; 4.3. ECB - Ensino de Ciências e Biologia; 4.4. EJA – Educação de Jovens e Adultos; 4.5. ENF – Educação Não Formal; 4.6. UNI – Universidade. 5. **ETF – Enfoque Temático de Formação:** 5.1. (1) Saberes docentes; 5.2. (2) Metodologias de ensino, materiais e estratégias didáticas; 5.3. (3) Prática reflexiva; 5.4 (4) Constituição docente; 5.5. (5) Temas e conteúdo de ensino; 5.6. (6) Planejamento e avaliação; 5.7. (7) Desenvolvimento curricular; 6. **PF - Perspectiva de Formação:** 6.1. (A) Experiências com o outro e sobre o outro: a existência e necessidade de um coletivo; 6.2 (B) Experiências situadas no ambiente dos processos da prática profissional; 6.3 (C) Relação teoria-prática e o professor como investigador crítico-reflexivo.

Na sequência, pretendemos discutir e abordar os dados conforme as três categorias analisadas e suas respectivas subcategorias que transcorrem a prática pedagógica na licenciatura em Ciências Biológicas em diálogo com os trabalhos. Em primeiro momento, trataremos da categoria sobre os contextos das práticas pedagógicas na formação docente (3.1); em seguida, a segunda categoria analisada sobre os enfoques temáticos da prática pedagógica na formação docente (3.2); por fim, elencaremos as discussões da terceira categoria, sobre as perspectivas das práticas pedagógicas na formação docente (3.3). Consideramos que, para estabelecer esta interlocução, trataremos, ao longo das discussões, alguns excertos das unidades de registro.

Contexto das Práticas Pedagógicas na Formação

Nesta categoria, buscaremos discorrer e realizar uma aproximação sobre o contexto de formação da prática pedagógica nos trabalhos analisados. Tendo em vista a dimensão e diversidades que assumem cada contexto nos curso de formação, buscamos elencar duas subcategorias, capazes de representar um percurso desde a origem na formação inicial nos cursos de licenciatura, até o desenvolvimento nos níveis de ensino, a saber: origem na formação (OF) e desenvolvimento por nível de ensino (DNE). Cada aspecto analisado foi sistematizado na tabela 1.

Tabela 1: Síntese do contexto da prática pedagógica na formação de professores (de Ciências Biológicas) nos trabalhos analisados.

Contexto de Formação da Prática Pedagógica						
a) Quanto à Origem na Formação (OF)		Nº/% de trabalhos	b) Quanto à predominância de Desenvolvimento por Nível de Ensino (DNE)		Nº/% de trabalhos	
a.i) Prática como Componente Curricular (PCC)		14(6%)	b.i) Universidade (UNI)		32(14%)	
a.ii) Conhecimentos disciplinares Pedagógico-Didático (CPD)		14(6%)				
a.iii) Conhecimentos disciplinares das Ciências Biológicas (CCB)		4(2%)				
a.iv) Estágio Supervisionado (ES)		88(38%)	b.ii) Escola		b.ii.i) Ensino de Biologia (EB)	73(32%)
a.v) Extensão Universitária (EU)		15(6%)			b.ii.ii) Ensino de Ciências (EC)	57(25%)
a.vi) Programa de Educação Tutorial (PET)		6(3%)			b.ii.iii) Ensino de Ciências e Biologia (ECB)	59(25%)
a.vii) Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID)		89(39%)			b.ii.iv) Educação de Jovens e Adultos (EJA)	5(2%)
			b.iii) Educação Não Formal (ENF)		4(2%)	
Total		n=230(100%)			n=230(100%)	

Fonte: Autores (2021).

Podemos perceber, quanto à **origem na formação**, que as práticas pedagógicas surgem de contextos como a Prática como Componente Curricular (PCC), Conheci-



mentos disciplinares Pedagógico-Didático (CPD), Conhecimentos disciplinares das Ciências Biológicas (CCB), Estágio Supervisionado (ES), Extensão Universitária (EU), Programa de Educação Tutorial (PET) e Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Consideramos uma ampla maioria de práticas pedagógicas no contexto originado pelo PIBID e ES. Parece-nos evidente a sinalização e abertura para um âmbito da iniciação à docência, da extensão universitária ou de programas para o fortalecimento da formação profissional docente e da possibilidade para a complementação do curso regular de licenciatura, como evidenciado no seguinte excerto: “[...] o PIBID nos oportunizou vivenciar situações de ensino diferentes das possibilitadas pelos estágios, colaborando para a formação e compreensão da docência” (T157, 2016, p. 7466). Nesta direção, ressaltamos contextos como o PIBID, PET e EU, inserem-se no bojo das políticas públicas e esforços institucionais de formação docente, que buscam qualificar a formação do professor e a Educação Básica, para além do currículo determinado e obrigatório, que, por vez, é representado pela PCC, CPD, CCB e ES, conforme aborda o excerto:

Logo, o estágio supervisionado no Ensino Fundamental II é uma disciplina obrigatória do currículo do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas que busca proporcionar aos licenciandos oportunidades para relacionar a teoria e prática com a realidade do cotidiano escolar (T37, 2018, p. 2363).

Por isso, apresentam maior afinidade com o indicado nas DCNs (BRASIL, 2002; 2015) incorporadas nos projetos institucionais de cada curso de licenciatura no País.

Destes resultados, identificamos uma paridade entre CPD com a PCC e uma baixa frequência em CCB. Isso evidencia que as práticas pedagógicas ainda estão restritas, majoritariamente, às disciplinas de ensino ou chamadas de “pedagógicas” na formação do licenciando em Ciências Biológicas. Situação que vai ao encontro do que enfatiza Marandino (2013, p. 171), de que, apesar da vasta dimensão e tendências pedagógicas, “[...] a Didática continua até hoje centrando a formação prática do educador e as demais disciplinas não têm contribuído para a articulação com o contexto da prática pedagógica desenvolvida nas escolas”. Logo, temos indícios no enredo investigado de que carece o conhecimento da matéria a ser ensinada – no que existe uma vasta contribuição da didática – conforme discute Carvalho e Gil-Pérez (2011), proporcionando uma propensão de prática pedagógica dentro do ensino tradicional das Ciências, de maneira que o professor recorra à transmissão dos conteúdos (geralmente “adotando” os livros didáticos – Güllich (2013)). Este

processo, nas palavras de Freire (2020), configura a formação mecânica do ensinar e aprender.

Outro ponto a ser considerado nas análises foi a baixa frequência de articulação e trabalhos conjuntos entre os componentes curriculares ou programa de iniciação à docência, evidenciando a falta da inter-relação entre as práticas pedagógicas destes contextos de origem na formação. Essa situação aponta a necessidade do trabalho conjunto entre professores das áreas específicas e enredos diferentes em direção a um movimento interdisciplinar na formação docente, como destaca o seguinte fragmento:

Percebe-se que o projeto, através de um conceito unificador, abrangeu as dimensões interdisciplinar e transversal do ensino de ciências e biologia e pôde contribuir de maneira significativa para a formação de futuros professores destas áreas contribuindo para a superação das barreiras impostas pela fragmentação e descontextualização do ensino (T131, 2016, p. 5286).

Por vez, quanto ao **desenvolvimento por nível de ensino**, indicamos ampla maioria de práticas pedagógicas de origem do ES, PIBID, PET e EU, desenvolvidas na escola no Ensino de Biologia (EB), Ensino de Ciências (EC), Ensino de Ciências e Biologia (ECB) e Educação de Jovens e Adultos (EJA). Estes espaços têm considerado a valorização da prática pedagógica em parceria com a escola, como ambiente complexo de formação docente, conforme os seguintes exemplos:

[...] é possível concluir que o ambiente universitário e escolar constituem espaços de socialização de suma importância para o desenvolvimento da ação docente. Nesse contexto, a ação dos professores na escola campo e na Universidade são de grande importância para a prática do estágio, pois estes poderão orientar e contribuir para a futura práxis do estagiário com os saberes inerentes da profissão (T16, 2017, p. 8).

[...] os estudantes / bolsistas do programa PIBID-Biologia estavam inseridos em três diferentes escolas e a partir de suas experiências, convívios e atuações, é que pudemos pensar coletivamente como melhor integrar as atividades nos contextos tão peculiares de cada escola selecionada (T219, 2014, p. 1554).

Esse movimento é importante, porque articula os licenciandos com os profissionais atuantes da escola e da universidade, como também, chamado por Zanon (2003), de tríades de interação, para dialogar, debater e planejar as práticas pedagógicas, contribuindo com trocas de experiências e aprendizagens. Percebemos um processo semelhante apontado por Santos (2018), em que a constituição de um grupo colaborativo de professores de Ciências Biológicas possibilitou um importante movimento

sobre a compreensão de um novo conhecimento pedagógico do conteúdo de saúde e sua evolução conceitual em perspectiva histórico-cultural. A partir das vivências, os professores do grupo em trabalho colaborativo (re)elaboraram e significaram o conhecimento conceitual, mas também as relações na prática pedagógica que permeiam o ser e o fazer do professor.

Já o desenvolvimento de práticas pedagógicas que teve origem na formação pelo enredo da PCC, CPD e CCB, apesar de algumas iniciativas com a escola, aconteceu predominantemente na Universidade. Mesmo sendo enredos curriculares diferentes, essa prática se caracteriza por elementos aglutinadores, fundamentalmente sobre os momentos de experimentar uma importante aproximação com a escola sem necessariamente haver o contato direto com ela, por meio de atividades diversificadas. Como destaca o exemplo do seguinte excerto: “*A experiência relatada parece indicar que a interação com elementos da escola pode ocorrer sem a entrada efetiva dos estudantes no espaço escolar*” (T39, 2018, p. 2416); outro exemplo considera no fragmento sobre a CPD:

[...] além da participação efetiva na realização das atividades e discussões de modo que esses fossem expondo seus entendimentos e crenças acerca da Ciência, momento ímpar para a problematização e (des)construção dos saberes e valores que ultrapassam o espaço da sala de aula (T163, 2014, p. 194).

Identificamos como positivo, pois criam possibilidades para além da escola ou da ideia de que a prática pedagógica não possa ser desenvolvida em outros espaços, como na própria Universidade. Assim, criar, simular e problematizar situações relacionadas à atividade profissional nos cursos de licenciatura oportuniza momentos para pensar e refletir as situações voltadas à futura prática profissional na Educação Básica.

Nesse sentido, enfatizamos que a prática pedagógica, nesta perspectiva, tem possibilitado forte envolvimento de atividades, que propiciam aprender fazendo e na reflexão sobre o processo, enriquecendo a formação e constituição do professor pesquisador. Sem estas vivências compartilhadas e “fora de contexto a ciência escolar torna-se árida, sem significado e nega a narrativa das próprias vivências” (PANSERA-DE-ARAÚJO; AUTH; MALDANER, 2007, p. 247). A extensão universitária se apresentou em diferentes formatos, com atividades pontuais ou contínuas, bastante positivas, pois conseguiram marcar aspectos da coletividade ou grupos colaborativos (SANTOS, 2018).

Diversas têm sido as abordagens de relações entre universidade e escola, mas a grande maioria delas convergem ao encontro da aproximação da formação acadêmica à atividade profissional. Para Bervian, Santos e Pansera-de-Araújo (2019, p. 425), “independente da área, os formadores de professores precisam potencializar a formação próxima do futuro local de atuação, este precisa ser o ponto de partida para a constituição de um bom professor”. E, nas palavras de Carvalho e Gil-Pérez (2011, p. 72), “alguns dos obstáculos que hoje se dão na formação dos professores desaparecerão quando as vivências escolares dos futuros professores forem mais positivas [...]”, não como algo segregador e único, mas conforme apontam, no sentido de exigências aos sistemas de formação.

Outro espaço identificado foi o Educação Não Formal (ENF). A proporção das ações nestes ambientes sinaliza uma falta de iniciativas para além dos espaços formais de ensino. Para Marandino (2003, p. 185), é fundamental introduzir discussões sobre processos de aprender e ensinar “[...] em espaços não formais nos cursos de formação de professores e, sem dúvida, a Prática de Ensino possui o papel fundamental na promoção desta articulação entre escola e outros ecossistemas de educação científica”. Para a autora, significa ocupar novos nichos e “a possibilidade de atuação dos futuros educadores nesses locais vem se ampliando tornando essencial à presença desse tema na formação desses profissionais” (MARANDINO, 2003, p. 185). Em seguida, posteriormente a esta abordagem geral sobre os contextos, cabe pensar as categorias sobre os enfoques temáticos e as perspectivas das práticas pedagógicas na formação em relação com estes contextos indiciados.

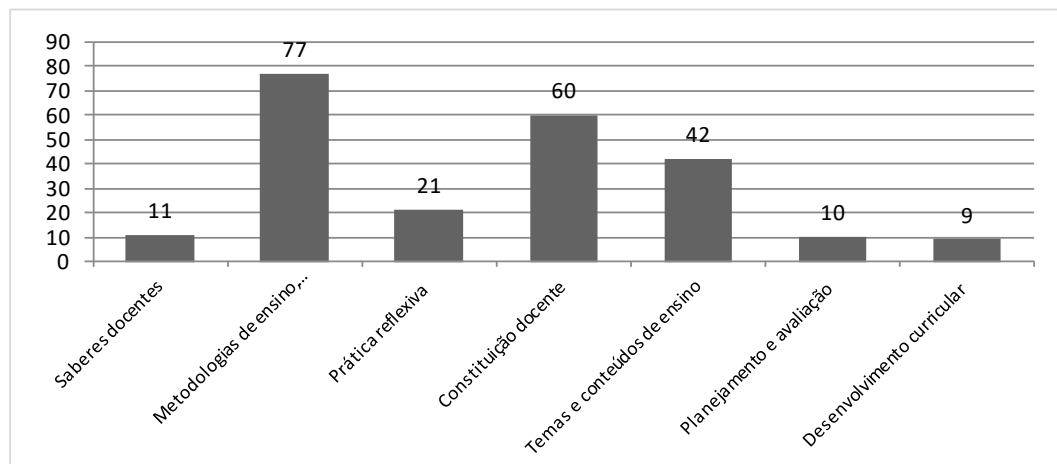
Enfoque Temático das Práticas Pedagógicas na Formação

Tratamos de enfoques temáticos justamente porque a definição de cada tema ocorreu pela abordagem geral analisada nas práticas pedagógicas. Assim, encontramos indícios no estabelecimento de sete, a saber proporcionalmente, em ordem decrescente de ocorrência: metodologias de ensino, materiais e estratégias didáticas (77:230), constituição docente (60:230), temas e conteúdo de ensino (42:230), prática reflexiva (21:230), saberes docentes (11:230), planejamento e avaliação (10:230) e, por fim, desenvolvimento curricular (9:230). Dentre os enfoques temáticos, podemos perceber que a prática pedagógica tem dado destaque à discussão de metodologias



de ensino, materiais e estratégias didáticas, na constituição do professor, temas e conteúdo de ensino, conforme a Figura 1.

Figura 1: Gráfico com a frequência dos enfoques temáticos analisados.



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Nesse sentido, o enfoque temático mais ocorrente, nos cursos de formação de professores de Ciências Biológicas, foi **metodologias de ensino, materiais e estratégias didáticas (77:230)**. Evidenciamos que a discussão em torno do saber fazer ou de como ensinar é basilar na formação dos professores. Inclusive, grande parte do caráter pedagógico conferido à prática decorre da discussão de como trabalhar e abordar os conhecimentos científicos (LOPES, 1999), como pode ser verificado nos excertos:

[...] a modelização aparece como uma estratégia didática eficiente, que, no entanto, requer que o professor esteja preparado para operar com este recurso como um objeto mediacional que facilite a compreensão do processo em questão e não somente a visualização de suas etapas (T24, 2015, p. 7);

[...] a sequência didática apresentada e discutida com os licenciandos, [...] propiciou uma referência teórica-metodológica para elaboração das atividades pedagógicas, a compreensão de como elaborar e/ou readequar uma sequência didática em outros contextos educacionais [...] (T23, 2015, p. 8).

Nesse sentido, cabe considerar as diferenças entre o conteúdo científico e o conhecimento do conteúdo ou da matéria a ser ensinada (LOPES, 1999; MALDANER, 2000; CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

Conforme Maldaner (2000, p. 45, grifos do autor), “cria uma sensação de vazio de saber na mente do professor, pois é diferente saber os conteúdos de química [ciências/biologia], por exemplo, em um contexto de química [ciências/biologia], de sabê-los, em um contexto de mediação pedagógica dentro do conhecimento químico [biológico]”. Em ambiente da prática pedagógica, que é, por vezes, complexa e indefinida, exige-se conhecimento específico profissional da docência, até porque o caráter pedagógico intencional confere à prática a possibilidade de promover a aprendizagem dos alunos.

Uma característica importante que identificamos foi a tendência, nestas discussões em torno da prática pedagógica, do esforço de buscar alternativas para a superação técnica e tradicional na formação docente e no ensino. Para isso, propostas variadas são constantes temas de discussão na Educação em Ciências e Biologia, conforme os excertos:

[...] a presente proposta mostrou que o processo formativo docente estruturado a partir da Abordagem Temática Freiriana é um recurso importante para a superação do tecnicismo inerente ao modelo hegemônico nas licenciaturas (T18, 2017, p. 8);

[...] a inserção do diálogo como estratégia na formação inicial do professor de ciências/biologia para a EJA [Educação de Jovens e Adultos] pode permitir um afastamento do modelo educacional bancário, possibilitando aos docentes em formação serem sujeitos do seu pensar e da sua prática (T28, 2015, p.7, grifo do autor).

A partir da análise dos excertos, inferimos a necessidade de considerar as especificidades da docência, considerando que ainda reside em cursos de formação de professores uma ideia simplista de que a prática pedagógica e, portanto, o ensino, são apenas transmissão de conhecimentos científicos historicamente acumulados (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011).

Em sequência, trazemos **temas e conteúdos de ensino (42:230)**, que apresenta forte relação com o enfoque temático anterior. As discussões deste estão centradas no conteúdo e temas transversais de Ciências e Biologia a serem ensinados: “a extensão universitária proporcionou a inserção da EA [Educação Ambiental] crítica na formação inicial e continuada de professores, assim como inseriu temáticas socioambientais nos currículos e práticas das escolas parceiras do projeto” (T1, 2019, p. 6, grifo nosso); “além disto, a atividade também buscou questionar o conteúdo de evolução biológica ensinado no contexto escolar” (T218, 2014, p. 4189).

Para Tardif (2014), configura-se como saber disciplinar, que geralmente surge na forma dos saberes das disciplinas que fazem parte ou integram o currículo das Ciências Biológicas, que carregam a tradição cultural e dos grupos sociais em que tais saberes são produzidos. Vai ao encontro da superação de uma grande problemática na formação do professor de Ciências e Biologia, que é “insuficiência de preparação dos futuros professores quanto ao domínio dos conteúdos da matéria a ensinar. Isso se manifesta, principalmente, em dificuldades para reelaborar os conteúdos científicos, adequando-os à promoção de aprendizagem de seus futuros alunos” (SILVA; SCHNETZLER, 2004, p. 1).

No segundo enfoque, percebemos iniciativas em conceber a prática pedagógica e suas dimensões, como elemento potencial para a **constituição docente (60:230)**. No início da formação, identificamos que a prática pedagógica é fundamental, a exemplo do que consideram:

[...] nos seus discursos, os (as) bolsistas demonstraram que [...] foi relevante para a sua formação, por direcionar seu interesse pela carreira de Educadores, como futuros professores de Ciências da Educação Básica, colaborando na construção do seu perfil profissional (T17, 2017, p. 8).

[...] os alunos-estagiários puderam ampliar, aprofundar, construir conhecimentos e comunicar os resultados, abrindo as possibilidades para o desenvolvimento de outras potencialidades (T12, 2017, p. 6).

Desta forma, em diálogo com Pimenta (2012), compreendemos que a construção da identidade é um resultado do sujeito historicamente situado: “O desafio, então, posto aos cursos de formação inicial é o de colaborar no processo de passagem dos alunos de seu *ver o professor como aluno* ao seu *ver-se como professor*. Isto é de construir a sua identidade de professor” (PIMENTA, 2012, p. 21-22). Corroborando com a importância desta perspectiva, Nóvoa (1992) considera que a identidade não é um dado objetivo, mas uma constante e mutável luta interna, configurando o ser e estar na docência.

Neste sentido, a **prática reflexiva (21:230)** caracterizou-se como um enfoque temático sobre a prática pedagógica capaz de desenvolver e ampliar os saberes do professor. Basicamente, para Schön (2000), a prática reflexiva consiste em um conhecimento tácito da prática pelo professor sobre a reflexão na ação e *reflexão sobre a ação e reflexão sobre a reflexão na ação*. Como destaca T20 (2017, p. 7):

[...] defendemos que o estágio nos seus diferentes contextos deve ser um campo de conhecimento, que propicie a reflexão com os fundamentos teóricos juntamente com as situações vivenciadas na sala de aula para que novas práticas docentes se configurem.

Assim,

[...] evidencia-se a necessidade de estimular a autorreflexão sobre a sua futura prática docente, pois cabe ao professor organizar os tempos e cronogramas de estudo, assim como conhecer melhor o estilo de aprendizagem, “aprendendo a aprender” (T26, 2015, p. 7).

Isso vai ao encontro de uma noção de reflexão retrospectiva para a melhoria da própria prática, na capacidade do professor em pensar aspectos que são muitas vezes exteriores ao sujeito, por isso incorpora uma ideia de não reprodução apenas de conhecimento, mas de sua produção à medida que se distancia da própria ação e a analisa (ALARCÃO, 2010; GÜLLICH, 2013). Parafraseando Alarcão (2010, p. 11), a

[...] observação e reflexão, a experiência é analisada e conceptualizada. Os conceitos que resultam deste processo de transformação servem, por sua vez, de guias para novas experiências, o que confere à aprendizagem também caráter cíclico, desenvolvimentista.

Por vez, os **saberes docentes (11:230)** foram identificados como enfoque de discussão. Sobre este tema, a prática pedagógica é fundamental e privilegiada para tratar na formação de professores, como afirma o excerto: *“[...] as atividades práticas na formação do professor devem ser concomitantes ao curso de licenciatura. Assim, o aluno terá mais contato com a sala de aula e com o funcionamento da escola e o saber docente será construído e fortalecido neste processo”* (T31, 2015, p. 6-7). De acordo com Tardif (2014), a prática pedagógica do professor se estabelece por um conjunto plural de saberes, que são oriundos da formação profissional, de saberes disciplinares, experienciais e curriculares. Para o autor, a prática pedagógica pode ser momento de mobilizar saberes e desenvolver/ampliar outros, conforme aponta o excerto: *“quanto a prática pedagógica desses professores-alunos, o curso está proporcionando aos mesmos uma outra maneira de pensarem seu saber fazer docente, fica evidente que a mudança de atitude [...]”* (T13, 2017, p. 8).

Percebemos que a prática pedagógica também permeia enfoques temáticos que derivam da importância de um **planejamento e avaliação (10:230)**. Isso pode ser destacado conforme o excerto a seguir:

[...] o nosso objetivo com este trabalho foi descrever, inspirados na taxonomia SOLO [Structure of Observable Learning Outcomes], possíveis perfis de práticas de docentes de biologia em formação inicial, que podem ser utilizados como ferramenta de avaliação do desenvolvimento de competências (T8, 2019, p. 3, grifo nosso).

[...] é fato que a avaliação ocupa uma posição central de preocupação na formação dos professores, levando em consideração a necessidade de uma reflexão crítica sobre as estratégias avaliativas que estão sendo usadas nas escolas e universidades (T83, 2016, p. 334).

Nesse sentido, atingir determinadas intencionalidades requer planejamento e estabelecer meios para alcançá-las. Nesse processo, conforme Uhmman (2017), a avaliação é fundamental para o professor compreender as aprendizagens dos alunos e, ao mesmo tempo, colocar-se no processo. Para a autora, uma avaliação formativa permite mutuamente romper com o paradigma entre professor detentor do conhecimento científico e aluno como mero receptor, sem refletir sobre os conceitos, e a aprendizagem de fato do aluno e professor. Ainda, quando imbuído no processo, permite ao professor melhor planejamento da sua prática pedagógica. Assim, avaliar implica também aprender e, portanto, a avaliação também é formativa.

Por fim, identificamos que a prática pedagógica envolve organização, inserção e arranjos curriculares que se articulam ou não em seu **desenvolvimento curricular (9:230)**. Consideramos que este tema se mostra importante na medida que pensa a prática pedagógica para além de atividade profissional, mas como elemento central na organização e desenvolvimento do currículo, a exemplo: “[...] *concluimos, que ainda é necessário romper com a lógica do modelo teoria primeiro, prática depois, o que implica numa mudança de concepção do saber e do saber-fazer na organização da proposta do Projeto Pedagógico do Curso* (T30, 2015, p. 8). Esse excerto sinaliza para a constante discussão e preocupação nos cursos de licenciatura com a prática pedagógica e a formação do futuro professor.

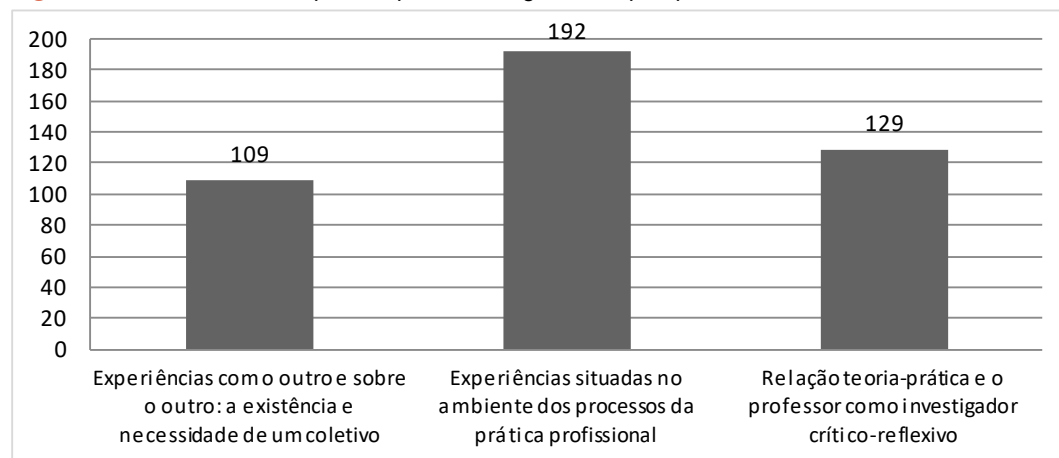
Este enfoque se estabelece principalmente no âmbito da PCC pelas DCNs para a Formação de Professores da Educação Básica (BRASIL, 2002; 2015). Assim, sugerem propostas de organização e desenvolvimento que perpassam do documento curricular à vivência prática destas atividades, conforme sinalizam os seguintes excertos: “*nossos resultados sugerem que as disciplinas de PCC [Prática como Componente Curricular] estão favorecendo parcialmente o perfil profissional do curso no qual estão inseridas*” (T21, 2015, p. 7); “*isto pode estar associado a forma como estão distribuídas as disciplinas e demais componentes curriculares ao longo*

do curso. A distribuição das disciplinas permite aos alunos irem se familiarizando aos poucos com assuntos relacionados à licenciatura” (T22, 2015, p. 17). Assim, as próprias DCNs trouxeram avanço considerável à valorização da prática pedagógica e sua abordagem nos cursos de licenciatura (DINIZ-PEREIRA, 2011; MOHR; WIELEWICKI, 2017), ao considerar seus problemas históricos.

Perspectivas das Prática Pedagógicas na Formação

Em nossas análises, encontramos quatro perspectivas da prática pedagógica na formação docente em Ciências Biológicas que transparecem nos trabalhos analisados, as quais formaram as subcategorias. Conforme a organização adotada neste trabalho, além de apontar algumas especificidades em relação às subcategorias das perspectivas indicadas, consideramos que elas estão mutuamente articuladas na prática pedagógica e entre os enfoques temáticos apresentados, ou seja, podemos encontrar mais de uma subcategoria em um mesmo trabalho. Utilizamos as perspectivas como uma organização ampla e integradora. Vejamos a frequência mais detalhadamente na Figura 2.

Figura 2: Gráfico com a frequência por subcategoria das perspectivas analisadas.



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Consideramos que **experiências situadas no ambiente dos processos da prática profissional (192:230)** têm sido perspectiva predominante na formação

docente, ao considerar e ampliar a formação em relação à escola ou contextos que se aproximem do exercício profissional. Este aspecto pode ser percebido nos seguintes excertos: “o estágio de observação é uma disciplina que possibilita o aluno professor a se deparar com as múltiplas realidades do seu futuro campo profissional, garantindo estratégias e amadurecimento profissional” (T52, 2018, p. 3001); “o estágio supervisionado de regência caracteriza-se nessa oportunidade que a / o aluna / o tem de ter contato com o seu futuro campo de trabalho, no qual na maioria das vezes é fator decisivo para tomada de decisão” (T60, 2018, p. 3133).

Assim, o contato com a realidade profissional é imprescindível para a formação do licenciando, na aprendizagem da docência. Já considerava Paulo Freire (2020), sobre a prática que ocorre no ambiente situado da atividade profissional, ser esta fundamental ao percurso de aprendizagem e desenvolvimento dos saberes do professor:

O ato de cozinhar, por exemplo, supõe alguns saberes concernentes ao uso do fogão, como acendê-lo, como equilibrar para mais ou para menos, a chama, como lidar com certos riscos mesmo remotos de incêndio, como harmonizar os diferentes temperos numa síntese gostosa e atraente. A prática de cozinhar vai preparando o novato, ratificando alguns daqueles saberes, retificando outros, e vai possibilitando que ele vire cozinheiro. A prática de velejar coloca a necessidade de saberes fundantes como o do domínio do barco, das partes que o compõem e da função de cada uma delas, como o conhecimento dos ventos, de sua força, de sua direção, os ventos e as velas, a posição das velas, o papel do motor e da combinação entre motor e velas. Na prática de velejar se confirmam, se modificam ou se ampliam esses saberes (FREIRE, 2020, p. 23-24).

Assim, a partir da metáfora do cozinheiro e o velejador em um movimento de releitura, identificamos a figura do professor, remontando uma série de saberes desenvolvidos na íntima relação com a própria prática e suas (re)combinações possíveis. Na formação inicial, este processo toma uma amplitude fundamental ao considerar a passagem de aluno a figura docente. Os confrontos e situações gerados no contexto prático permitem que licenciandos mobilizem saberes e tomadas de decisões, semelhante ao que encontrariam como profissionais atuantes. Sobre a docência em início de carreira, consideram os excertos: “a formação inicial não consegue dar conta de todas as demandas da formação, mas deve ser capaz de formar sujeitos capazes de iniciar sua atuação profissional, já que entendemos que a formação acontece ao longo da vida” (T15, 2017, p. 11). Os ES e projetos de ensino como PIBID, assim como outros destacados na categoria sobre o contexto de origem da prática pedagógica, são de suma importância no processo formativo, pois preparam o licenciando para enfrentar e assumir os problemas complexos da docência e da escola:

[...] através desse projeto, é possível proporcionar aos bolsistas, uma melhor formação profissional docente, uma vez que isso os aproximará das realidades futuramente enfrentadas por eles no decorrer de sua formação (T7, 2019, p. 2);

[...] tudo o que tem sido realizado e produzido é debatido em encontros das professoras e das estagiárias com a coordenadora do projeto, nos quais fazem reflexões a respeito de problemas referentes à escola [sobre o currículo de Ciências, formação docente, atividades a serem planejadas] (T164, 2014, p. 312, grifo nosso).

Conforme Tardif (2014), é neste contexto em que a prática pedagógica e o ensino permeiam o desenvolvimento de um *habitus*, como sendo estruturas incorporadas na prática profissional real. Desta forma, para o autor:

[...] os saberes docentes são elementos constitutivos da prática docente. Essa dimensão da profissão docente lhe confere o status de prática erudita que se articula, simultaneamente, com diferentes saberes: os saberes sociais, transformados em saberes escolares através dos saberes disciplinares e dos saberes curriculares, os saberes oriundos das ciências da educação, os saberes pedagógicos e os saberes experienciais. Em suma, o professor ideal é alguém que deve conhecer sua matéria, sua disciplina e seu programa, além de possuir certos conhecimentos relativos às ciências da educação e à pedagogia e desenvolver um saber prático baseado em sua experiência cotidiana com os alunos (TARDIF, 2014, p. 39).

Contudo, estar no contexto da prática pedagógica e em ambiente situado, exige uma problematização e reflexão sobre ele, conforme nos aponta Lima e Pimenta (2012). Nesse sentido, indicamos o estabelecimento de uma perspectiva sobre a **relação teoria-prática e o professor como investigador crítico-reflexivo (129:230)**. Assim, percebe-se que a reflexividade (ZEICHNER, 1993; ALARCÃO, 2010; GÜLLICH, 2013; TONELLO; SANTOS, 2020) da prática pedagógica é fundamental ao desenvolvimento de saberes, especialmente aqueles advindos dessa experiência – sendo capaz de configurar as relações de exterioridade entre os professores e os saberes.

Assim, o processo de reflexão, de pesquisa sobre a prática e a experiência⁶, conforme autores como Zeichner (1993); Alarcão (1996); Schön (2000); Tardif (2014); Pimenta (2012); Güllich (2013); Freire (2020), é um movimento e uma estratégia que possibilita o desenvolvimento dos saberes docentes. Esta perspectiva colocou em discussão, além dos saberes em torno dos processos do professor investigador crítico-reflexivo, a relação teoria e prática, como destaca:

[...] as propostas foram pensadas dentro da perspectiva de que o professor é o pesquisador de sua própria prática, refletindo sobre critérios nela implícitos e atuando no sentido de transformá-la com vistas à melhoria da qualidade de ensino e do currículo (T2, 2019, p. 5).

[...] aprendemos nas atividades desta disciplina, que os momentos de estágio são fundamentais nos cursos de formação de professores, uma vez que favorecem a ação-reflexão-ação sobre a formação do futuro professor (T62, 2018, p. 3167).

[...] estão adquirindo um novo olhar no modo de ensinar considerando-se capazes de refletir, criar e decidir ao desenvolver sua prática pedagógica, tornando-se professores práticos e reflexivos, como o ensino de Ciências requer (T13, 2017, p. 8).

Dentre as discussões entre teoria e prática, a ideia da valorização da prática pedagógica em direção a uma epistemologia da prática profissional, também pode ser percebida:

[...] o programa permitiu também avançar na produção de um perfil de professor investigador e reflexivo, o que coloca a investigação-ação (modelo de formação utilizado no contexto investigado) como uma forma de fazer a formação que possibilita o desenvolvimento de outra epistemologia, a da prática (T85, 2016, p. 514).

Assim, nesta perspectiva, destacamos indícios de um movimento no sentido de buscar esforços em considerar a prática pedagógica mais como *práxis*, em que a indissociação entre o discurso teórico, fundamental e necessário a reflexão crítica deve se confundir com o movimento da prática, tanto no momento prático, quanto no distanciamento epistemológico, que pressupõe sua análise crítica *posteriori* (FREIRE, 2020). Sobre o professor investigador de sua formação e de sua prática,

[...] deve ser contínuo, sobre os momentos que se traduzem no viver a profissão, que necessitam ser significados e dialogados, na tentativa de compreensão e de um profissional comprometido com a qualidade do ensino e ao mesmo tempo formação de pessoas (TONELLO, 2020, p. 1923).

Assim, para Franco (2016, p. 545), “quando um professor é formado de modo não reflexivo, não dialógico, desconhecendo os mecanismos e os movimentos da *práxis*, não saberá potencializar as circunstâncias que estão postas à prática”. Alguns excertos que apontam para a importância da *práxis*:

*[...] a ação dos professores na escola campo e na Universidade são de grande importância para a prática do estágio, pois estes poderão orientar e contribuir para a futura *práxis* do estagiário com os saberes inerentes da profissão (T16, 2017, p. 8).*

[...] constatamos que o núcleo central de tal representação constitui uma visão que relaciona tal disciplina com a parte prática do curso o que ressalta a necessidade de refletirmos com os acadêmicos e promover uma análise crítica para que seja possível o desenvolvimento da práxis docente (T20, 2017, p. 8).

Estes aspectos indicam para uma prática pedagógica, em seu sentido de *práxis*, capaz de compreender como uma ação não deliberada, mas consciente, participativa e coletiva, elementos fundamentais, como veremos na seguinte perspectiva.

Outra perspectiva, que está em certa medida articulada com as anteriores, é a de estabelecer experiências com o outro e sobre o outro: a existência e necessidade de um coletivo (109:230). Identificamos que menos da metade dos trabalhos que versaram sobre a prática pedagógica envolveram a coletividade, evidenciando forte individualidade na formação e na docência. Compreendemos que a prática, se entendida na perspectiva coletiva e em diálogo/interação com outro⁷, se potencializa. Para Tardif e Lessard (2014), a docência implica uma maneira particular de trabalho sobre o humano, em que o trabalhador se dedica ao seu ‘objeto’ de trabalho, que, para os autores, é justamente o outro ser humano. Assim, o trabalho do professor, suas experiências em seu cotidiano, a organização, a dinâmica da escola, o trabalho com alunos, com os pares é, fundamentalmente, uma atividade de interações humanas. Portanto, consideramos que a atividade docente se estabelece a partir e por meio do outro, reflexo também dos saberes que possuem os professores e que mobilizam em sua prática, as representações sociais da profissão, as identidades e demais aspectos que convergem no trabalho do professor.

Assim, para Pansera-de-Araújo, Auth e Maldaner (2007, p. 243),

[...] experiências anteriores ensinaram-nos que a elaboração de um novo modelo pedagógico só terá êxito se for instaurado na forma de produção coletiva de professores e estudiosos de currículos e propostas escolares em Ciências e nos demais componentes.

A coletividade inter e multidisciplinar em torno da atividade e da formação docente, é imprescindível, conforme os seguintes excertos: *“outro aspecto que nos chama a atenção nas entrevistas realizadas é o fato do reconhecimento do professor da escola (supervisor) como referência, ou seja, como um profissional mais experiente que pode contribuir com a formação dos futuros professores” (T15, 2017, p. 7); “outro destaque do minicurso foi a troca de saberes entre as professoras e licenciandas, além da valorização dessas docentes como co-formadoras” (T45, 2018, p. 2542).*

Podemos identificar que os grupos colaborativos entre os licenciandos e professores atuantes são momentos profícuos à aprendizagem coletiva e ao crescimento mútuo, conforme considera Santos (2018). Tal elemento é bem representado pelo seguinte excerto:

[...] assim, podemos refletir que o trabalho colaborativo no Estágio Supervisionado, fornece elementos para a melhoria do processo de formação inicial e continuada, sendo um facilitador ou até mesmo, um motivador para os estudantes de licenciatura, estimulando maior engajamento [...] (T19, 2017, p. 8).

Ao analisarmos o excerto T19, buscamos respaldo em Nóvoa (1995, p. 26), ao afirmar que, neste processo compartilhado, “cada professor é chamado a desempenhar simultaneamente, o papel de formador e de formando”. Desta maneira, encontramos nas tríades de interação (ZANON, 2003), que buscam articular a formação inicial (licenciandos), a continuada (professores de escola) e a de formadores (professores universitários), apostando no engajamento e no diálogo constante acerca da docência e da prática pedagógica, para promover entre os sujeitos da tríade o pensar, o (re) criar suas práticas e o currículo – a exemplo de um desenvolvimento curricular. Esta articulação se torna evidente, conforme o excerto: “*temos observado que estes objetivos estão sendo alcançados através da co-formação de seus participantes: alunos da graduação (licenciandos), supervisores (professores da educação básica) e coordenadores (professores da universidade)*” (T29, 2015, p. 2). Desta forma, a significação da docência é evidenciada em contextos assimétricos, mas em colaboração mútua que busca desenvolver a docência e (re)significações conceituais de conteúdos e metodologias de ensino (SANTOS, 2018), no movimento de pensar e qualificar a formação de professores de Ciências Biológicas no Brasil.

Considerações, decorrências e desafios

Podemos considerar que este estudo possibilitou compreender, na produção dos principais eventos da área de Educação em Ciências e Biologia, os enredos de uma vasta dimensão que é a prática pedagógica, conforme problematizado no início deste trabalho, sobre quais práticas pedagógicas precisamos ou entendemos que sejam necessárias na formação de professores de Ciências Biológicas. Dentro desta dimensão, os dados e as discussões tecidas permitem compreender que ela apresenta alguns princípios ou elementos que são fundamentais, que demarcam e delimitam suas especificidades. Podemos considerar que a prática pedagógica é

permeada por diversos contextos, atravessamentos, temas e situações que a tornam complexa, indefinida e que exige tomada de decisão e movimento do sujeito em direção aos problemas que dela surgem. Nesse sentido, em nosso estudo, analisamos o surgimento de três categorias.

A primeira, sobre os *Contexto das Práticas Pedagógicas na Formação*, foi composta por duas subcategorias. Uma sobre os contextos de *origem na formação*, em que percebemos uma predominância de práticas pedagógicas desenvolvidas por meio do PIBID e ES. Nesse sentido, caracterizamos como positiva a sinalização de abertura para um âmbito da iniciação à docência, da extensão universitária ou de programas de interesse do licenciando no processo de valorização e complementação formativa. Isso marca um avanço para o campo formativo, porque oportuniza um espaço para além do currículo prescrito, determinado e obrigatório. Sobre o CPD e a PCC, consideramos que apresentaram uma frequência igual de trabalhos publicados, os quais evidenciam reduzida articulação com outros componentes curriculares da formação, restrita à dimensão curricular.

Por outro lado, identificamos que as práticas pedagógicas ainda se concentram majoritariamente na chamada formação pedagógica e didática do licenciando em Ciências Biológicas. Isso se evidencia no baixo número de trabalhos em CCB, que historicamente têm acreditado que seu papel era nutrir de conhecimento teórico o futuro professor para instrumentalizar e dominar a prática. Ainda, cabe apontar que, em dezembro de 2019, tivemos a aprovação da Resolução CNE/CP 2/2019 (BRASIL, 2019), instituindo novas DCNs e a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação), a qual merece pesquisas e análises críticas sobre sua elaboração, para a qual as discussões tecidas possam quiçá contribuir.

Em relação à subcategoria *desenvolvimento por nível de ensino*, percebemos estreita relação entre universidade e escola. Nesse sentido, os esforços no âmbito curricular têm sido em articular os saberes universitários aos escolares, em que a prática pedagógica assume um amálgama aglutinador e imprescindível da organização curricular para uma formação docente, que viabilize a familiarização do licenciando com o exercício da futura atividade profissional. Nesse sentido, os programas e espaços que têm aproximado a universidade e a escola, assim como os sujeitos envolvidos em torno de ações conjuntas, são fundamentais no processo de formação. Em decorrência disso, o trabalho coletivo proporciona um modelo mais crítico de formação, permitindo uma ruptura com os aspectos históricos da constituição técnica dos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas no Brasil.



Entende-se que a prática pedagógica não é somente individual do professor, mas também do conjunto de professores, das instituições educacionais, dos alunos que estão inseridos em um determinado contexto social, cultural e histórico. Por isso, apresenta-se como forte possibilidade das práticas pedagógicas nos dados analisados, como forma de mobilizar os saberes e também a desenvolvê-los a partir dela em um constante desenvolvimento profissional docente.

Na segunda categoria, *Enfoque Temático das Práticas Pedagógicas na Formação*, percebemos a ampla dimensão que ela permeia nosso estudo na identificação de sete subcategorias de enfoques temáticos das práticas pedagógicas que emergiram dos trabalhos analisados. O mais ocorrente foi sobre as *metodologias de ensino, materiais e estratégias didáticas*, perpassando pela discussão em torno do saber fazer e de como ensinar, e de como trabalhar/abordar o conjunto de conhecimentos científicos de uma maneira que o aluno aprenda. Inclusive, grande parte do movimento que envolve o campo da Didática das Ciências, em torno das metodologias de ensino, materiais e estratégias pedagógicas, busca alternativas diversas em uma fuga ao conhecido ensino tradicional e técnico.

O terceiro nível de ocorrência, mais estreitamente relacionado ao anterior, foi sobre *temas e conteúdos de ensino*, ao considerar que apresenta um enfoque sobre as discussões em torno do conteúdo das Ciências Biológicas e dos grandes temas transversais de Ciências e Biologia a serem ensinados na Educação Básica. Cabe considerar que, quando restrita à discussão acerca do conteúdo, evidenciou-se uma reprodução do modelo técnico apresentado anteriormente e, por isso, sua discussão não deve ser restrita e exige cuidado. O que destacamos são debates acerca de uma prática pedagógica, que considere o conhecimento pedagógico do conteúdo a ser ensinado ou domínio dos conteúdos da matéria a ser ensinada, pensando na diferença entre o conhecimento científico e o conhecimento a ser abordado na escola, a fim de desenvolver as aprendizagens sobre esses conhecimentos culturais da ciência historicamente constituídos.

Destacamos que a prática pedagógica tem proporcionado a *constituição docente*, principalmente por considerar a passagem de aluno para professor, em conceber e se entender dentro da docência e agora ao retornar à escola como profissional da docência. Assim, significa a passagem de um ciclo/fase para outra, lançando um elemento imprescindível pressuposto pela constituição docente pressupõe: a identidade profissional; por sua vez, o enfoque sobre a *prática reflexiva* considerou que a prática pedagógica não pode ser deliberada e mecânica, sem uma reflexão capaz de ampliar as percepções

entre os envolvidos sobre o objeto de estudo, e ao mesmo tempo sua própria ação, as intencionalidades e os meios que inferem na busca para alcançar tais intencionalidades. Em outras palavras, confere um sentido de construção do conhecimento na/para/sobre a prática, sem estar desvinculado dos processos e das relações que a enredam.

O enfoque temático sobre os *saberes docentes* situa a prática pedagógica como momento fundamental em mobilizar os saberes, mas também de possibilitar o desenvolvimento ou ampliação de outros. Com destaque às vivências e experiências dos licenciandos, identificamos que os saberes experienciais também necessitam e mobilizam diversos outros saberes na compreensão e movimento da prática pedagógica, principalmente de um problema de natureza prática; também indicamos no estudo um enfoque temático sobre *planejamento e a avaliação* da prática pedagógica, do professor e do aluno. Ambos aprendem quando há uma avaliação formativa, que inclusive estabelece subsídios para pensar futuros planejamentos e potencializar as aprendizagens. Por fim, o *desenvolvimento curricular* permitiu incorporar a discussão sobre a organização, inserção e arranjos curriculares que se articulam ou não com a prática pedagógica. Estes dois últimos enfoques temáticos apresentaram-se como sendo os menos abordados e correntes. Isso nos leva a enfatizar a necessidade de buscar planejamentos e avaliação da prática pedagógica, assim como pensar seus desdobramentos e inserções desde o currículo até o seu desenvolvimento.

Em relação à segunda categoria, *Perspectivas das Prática Pedagógicas na Formação docente em Ciências Biológicas*, identificamos três subcategorias. Desta forma, além de apontar algumas especificidades em relação às perspectivas indicadas, percebemos que elas se apresentam mutuamente articuladas na prática pedagógica e entre os contextos e enfoques temáticos apresentados. A primeira delas, *experiências situadas no ambiente dos processos da prática profissional*, foi a perspectiva predominante. Uma tendência perceptível é considerar e ampliar a formação em relação com a escola ou contextos que aproximem ao exercício profissional e aos contextos complexos da profissão, em direção de uma aprendizagem da docência. Por isso, ações conjuntas entre Universidade e Escola Básica são fundamentais.

A *relação teoria-prática e o professor como investigador crítico-reflexivo*, foram uma perspectiva que no contexto da prática pedagógica e em ambiente situado, exige iniciativas de problematização e de reflexão, indispensáveis ao desenvolvimento do licenciando e de seus saberes. Por isso, a relação dialógica entre teoria e prática também é colocada em discussão e problematizada, em direção de uma



epistemologia da prática profissional. Assim, para além disso, também incorpora à medida que busca uma indissociação entre o discurso teórico e prática pedagógica, no sentido de buscar esforços em considerar a prática pedagógica mais como *práxis*.

Por último, a perspectiva sobre *experiências com o outro e sobre o outro: a existência e necessidade de um coletivo*, evidenciou que o profissional docente possui como objeto de trabalho o ser humano. Por isso, a prática pedagógica ocorre fundamentalmente em torno das relações humanas e da coletividade. O trabalho docente é coletivo, decorre da necessidade de estar, de se relacionar e compreender o outro. Todavia, ressaltamos que esta foi uma das perspectivas menos ocorrente, o que nos leva a pensar que ainda a individualidade está se sobressaindo ao coletivo, a um modelo crítico de formação. Motivo de rever os princípios da própria prática pedagógica, os modelos de formação preconizados e condições sociais da docência que muitas vezes sobrecarrega o professor e o impossibilita de momentos compartilhados com seus pares e com os alunos.

Com isso, ao mesmo tempo que nosso estudo permite um panorama frente aos enredos atuais da prática pedagógica, também nos possibilita pensar alguns desafios que parecem ser persistentes e merecem atenção, tais como: i) buscar articular os conhecimentos pedagógicos aos conhecimentos biológicos na formação docente; ii) buscar uma necessária integração curricular, em que a prática pedagógica seja eixo central, tal como a relação da PPC com todos os âmbitos curriculares, como CPD, CCB e ES; iii) desenvolver momentos de investigar e refletir sobre a prática profissional na construção de saberes e desenvolvimento profissional docente; iv) pensar na melhoria, expansão e qualificação das políticas educacionais na formação de professores; v) oportunizar na universidade a integração entre programas dentro das próprias IES, criando interação, em que um possa complementar e trocar experiências com o outro, potencializando ainda mais os cursos de licenciatura em torno de um objetivo comum: a formação de professores; vi) desenvolver ações compartilhadas, colaborativas, planejadas e intencionais entre Universidade e Escola na formação do professor para a Educação Básica; e vii) pensar em estratégias na direção mais próxima de um modelo crítico de formação docente.

Assim, consideramos a necessidade de pesquisas que discutam as práticas pedagógicas em todas as dimensões e enredos, capazes de abordar minuciosamente a abrangência e panorama geral que representou o processo desta pesquisa. Indicamos a necessidade de aprofundamentos sobre os contextos, enfoques temáticos

e perspectivas das práticas pedagógicas. Fundamental, nesse sentido, é investigar dentro de suas particularidades, sendo imprescindível na melhoria e qualidade da formação docente, na potencialização de arranjos curriculares, organizações e perspectivas de abordagens eficientes que sejam capazes de atender os desafios de seus respectivos cenários e complexidades.

Teacher training and pedagogical practice: contexts in science and biology education

Abstract

Progressively, pedagogical practice has been occupying constant debates under different dimensions around the training of Science and Biology teachers in Brazil. Thus, this work aims to analyze the contexts, thematic focuses and perspectives of pedagogical practice in the training of Biological Sciences teachers in undergraduate courses, which are reflected in the works of the main events in the Brazilian context of Education in Science and Biology. Through qualitative research of documentary type, two major events of the country in this area were investigated, with documentary analysis. As a result, three general categories of analysis emerged from the works: i) Context of Pedagogical Practices in Training, ii) Thematic Focus on Pedagogical Practices in Training and iii) Perspectives of Pedagogical Practices in Training. We envision initiatives in valuing and critically taking pedagogical practice and that there is still a need to expand and discuss it to address its scenarios and complexities.

Keywords: Teacher training; Degree in Biological Sciences; Science teaching; Biology teaching.

Notas

- ¹ Este artigo, trata-se de um recorte de um trabalho de conclusão de curso de graduação.
- ² Donald Schön baseia-se principalmente nos estudos de Dewey para o desenvolvimento de sua perspectiva teórica, pois “o trabalho de Dewey é considerado a semente de muitos dos atuais escritos sobre o modelo da racionalidade prática em educação” (DINIZ-PEREIRA, 2011, p. 37). Considera Pérez Gómez (1998, p. 366) que: “para Dewey, a reflexão é um processo em que se integram atitudes e capacidades nos métodos de investigação, de modo que o conhecimento da realidade surge da experiência da mesma, impregnado de suas determinantes. A investigação, a intervenção reflexiva, aberta e sincera, na realidade, configura o pensamento criador do ser humano apegado à realidade, mas crítico e reflexivo”.
- ³ Atas disponíveis em: <http://abrapecnet.org.br/wordpress/pt/atas-dos-enpecs/>. Acesso em: 17 abr. 2021.
- ⁴ Anais disponíveis em: <https://sbenbio.org.br/categoria/anais/>. Acesso em: 17 abr. 2021.
- ⁵ Apesar de cientes da nova Resolução CNE/CP 2/2019, que institui novas DCNs e a BNC-Formação (BRASIL, 2019), as práticas pedagógicas nos trabalhos analisados foram discutidas com base nas DCNs das Resoluções CNE/CP 2/2002 e 2/2015 (BRASIL, 2002; 2015), que se inseriram no período vigente do marco temporal deste estudo.
- ⁶ A fim de compreender a importância da reflexão sobre a prática, apresentamos brevemente o conceito de experiência de Larrosa (2002, p. 25), considerando que: “é experiência aquilo que ‘nos passa’, ou que nos toca, ou que nos acontece, e ao nos passar nos forma e nos transforma”. Por isso, de um processo mecânico e exterior, torna-se parte do pensamento individual do sujeito, com possibilidade de ser tocado



e transformado pela experiência. Por isso, como considera o autor, experiência não pode ser sinônimo de experimento – experimentar algo – a experiência confere o sentido reflexivo.

- ⁷ Já Vigotski (2001), em suas discussões sobre a construção do pensamento e da linguagem, estabelece que as interações humanas são primordiais ao desenvolvimento da aprendizagem dos sujeitos. Nas relações assimétricas e nas vivências da prática pedagógica, os sujeitos histórico-culturais se constituem entre as relações intersubjetivas com o outro (VIGOTSKI, 2001).

Referências bibliográficas

ALARCÃO, Isabel. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

AYRES, Ana Cléa Moreira. As tensões entre a licenciatura e o bacharelado: a formação dos professores de biologia como território contestado. In: MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra; FERREIRA, Márcia; AMORIM, Antonio Carlos (orgs.). **Ensino de Biologia**: conhecimentos e valores em disputa. Niterói – RJ: Editora Eduff, 2005. 205 p.

BERVIAN, Paula Vanessa; SANTOS, Eliane Gonçalves dos; PANSERA-DE-ARAÚJO, Maria Cristina. O PIBID como terceiro espaço: elementos para formação de professores de ciências na profissão. **Interfaces da Educação**, v. 10, p. 423-444, 2019. DOI: <https://doi.org/10.26514/inter.v10i29.3441>. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/interfaces/article/view/3441>. Acesso em: 15 jan. 2021.

BORGES, Cecília; TARDIF, Maurice. Apresentação dossiê saberes dos docentes e sua formação. **Educação & Sociedade**, ano XXII, n.74, p. 11-26, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/es/v22n74/a02v2274.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2021.

BARREIRO, Iraíde Marques de Freitas; GEHRAN, Raimunda Abou. **Prática de ensino e estágio supervisionado na formação de professores**. São Paulo: Avercamp, 2006.

BRASIL. **Parecer CNE/CP 9/2001, de 08 de maio de 2001**. Proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de Professores da educação básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2001a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2020.

BRASIL. **Resolução CNE/CP 1/2002, de 18 de fevereiro de 2002**. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2002a. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01_02.pdf. Acesso em: 01 jun. 2020.

BRASIL. **Resolução CNE/CP 2/2002, de 19 de fevereiro de 2002**. Institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2002b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CP022002.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2020.

BRASIL. **Parecer CNE/CES 15/2005, de 02 de fevereiro de 2005**. Solicitação de esclarecimento sobre as Resoluções CNE/CP nºs 1/2002, que institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena, e 2/2002, que institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2005. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/pces0015_05.pdf. Acesso em: 01 jun. 2020.

BRASIL. **Resolução CNE/CP 2/2015, de 1º julho de 2015**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2015. Disponível em: http://pronacampo.mec.gov.br/images/pdf/res_cne_cp_02_03072015.pdf. Acesso em: 01 jun. 2020.

BRASIL. **Resolução CNE/CP 2/2019, 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). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file>. Acesso em: 01 jun. 2020.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 10ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CARR, Wilfred; KEMMIS, Stephen. **Teoría crítica de la enseñanza: investigación-acción en la formación del profesorado**. Barcelona: Martínez Roca, 1988.

CONTRERAS, José. **Autonomia de professores**. Tradução de Sandra Trabucco Valenzuela; revisão técnica, apresentação e notas à edição brasileira de Selma Garrido Pimenta. São Paulo: Cortez, 2002.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio. A prática como componente curricular na formação de professores. **Educação (UFES)**, v. 36, n. 2, p. 203-218, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/reveducacao/article/view/3184/2047>. Acesso em: 01 jun. 2020.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio. A formação acadêmico-profissional: compartilhando responsabilidades entre as universidades e escolas. TRAVERSINI, C. et al.(Orgs.). **Trajetórias e processos de ensinar e aprender: didática e formação de professores**. 1. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008, v. 1, p. 253-267.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio. As Licenciaturas e as novas políticas educacionais para a Formação Docente. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 20, n. 68, p. 109–125, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/es/v20n68/a06v2068.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2020.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, c2002. 364p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 65ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2020.

FRANCO, Maria Amélia do Rosario Santoro. Prática pedagógica e docência: um olhar a partir da epistemologia do conceito. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos** [online]. 2016, vol.97, n.247, pp.534-551. ISSN 2176-6681. <https://doi.org/10.1590/s2176-6681/288236353>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeped/a/m6qBLvmHnCdR7RQjJVSPzTq/?lang=pt>. Acesso em: 02 mai. 2021.

FERREIRA, Marcia Serra; SANTOS, André Vitor Fernandes dos; TERRERI, Leticia. Currículo da formação de professores nas Ciências Biológicas: por uma abordagem discursiva para investigar a relação entre teoria e prática. **Educação Temática Digital**, Campinas, v. 18, p. 495–510, abr./jun. 2016. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/8644089/13330>. Acesso em: 19 abr. 2021.

GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. **Investigação-Formação-Ação em Ciências: um caminho para reconstruir a relação entre livro didático, o professor e o ensino**. Curitiba: Editora Prismas, 2013.



GATTI, Bernardete A. A formação inicial de professores para a educação básica: as licenciaturas. **Revista USP**, n. 100, p. 33-46, 2014. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/76164>. Acesso em: 18 abr. 2021.

GATTI, Bernardete A.; BARRETTO, Elba Siqueira de Sá; LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Políticas Docentes no Brasil: um Estado da Arte**. Brasília, Unesco, 2011.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de ensino de biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

KRASILCHIK, Myriam. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: Edusp, 1987.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 2013.

LARROSA, Jorge Bondía. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, n. 19, jan/fev/mar/abr. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/n19/n19a02.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2021.

LOPES, Alice Casemiro. **Conhecimento Escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: UERJ, 1999.

MARANDINO, Martha. A prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de ciências: questões atuais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n. 2, p.168-193, ago. 2003. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6544/>. Acesso em: 18 abr. 2021.

MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERRERA, Marcia Serra. **Ensino de biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MALDANER, Otavio Aloisio. **A formação inicial e continuada de professores de química**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2000

MOHR, Adriana; WIELEWICKI, Hamilton de Godoy (org.). **Prática como componente curricular: que novidade é essa 15 anos depois?**. 1.ed. Florianópolis: NUP/CED/UFSC, 2017. 272 p.

NÓVOA, Antônio. Formação de Professores e profissão docente. In: Nóvoa, Antônio (org.) **Os professores e a sua formação**. Lisboa, Dom Quixote, 1992.

NÓVOA, Antônio. **Professores: Imagens do Futuro Presente**. EDUCA, Lisboa, 2009.

PANSERA-DE-ARAÚJO, Maria Cristina; AUTH, Milton Antonio; MALDANER, Otavio Aloisio. Autoria Compartilhada na Elaboração de um Currículo Inovador em Ciências no Ensino Médio. **Revista Contexto & Educação**, [S. l.], v. 22, n. 77, p. 241–262, 2007. DOI: 10.21527/2179-1309.2007.77.241-262. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/1092>. Acesso em: 18 abr. 2021.

PIMENTA, Selma Garrido. Professor reflexivo: construindo uma crítica. In: PIMENTA, Selma Garrido; GHEDIN, Evandro. **Professor Reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez, 2002.

PIMENTA, Selma Garrido; LIMA, Maria Socorro Lucena. **Estágio e docência**. São Paulo: Cortez, 2012.

PIMENTA, Selma Garrido. Formação de professores: identidade e saberes da docência. In: PIMENTA, Selma Garrido (Org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

PÉREZ-GÓMEZ, A.I. A função e formação do professor/a no ensino para a compreensão: diferentes perspectivas. In: SACRISTÁN, G. J.; PÉREZ-GÓMEZ, A. I. **Compreender e transformar o ensino**. São Paulo: Artmed, 1998.

SANTOS, Eliane Gonçalves dos. **A educação em saúde nos processos formativos de professores de Ciências da Natureza mediada por filmes**. 2018. 216 f. Tese (Doutorado em Educação nas Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Educação nas Ciências. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), Ijuí, 2018. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/6064>. Acesso em: 19 abr. 2021.

SILVA, Lenice Heloísa A.; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. A elaboração conceitual na constituição docente de futuros professores de ciências/biologia: modos de mediação do formador. **REUNIÃO ANUAL DA ANPED**, v. 27, 2004. Disponível em: <http://27reuniao.anped.org.br/gt08/t0817.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2021.

SCHÖN, Donald A. **The reflective practitioner**. New York: Basic Books, 1983.

SCHÖN, Donald. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e aprendizagem**. Tradução de Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed, 2000.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

TARDIF, Maurice; LESSARD, Claude. **O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas**. Petrópolis: Editora Vozes, 9. Ed., 2014.

TONELLO, Leonardo Priamo; SANTOS, Eliane Gonçalves dos. O papel da reflexão crítica para (re)pensar a prática docente no ensino de ciências e biologia. In: SCHNORR, Giordane Miguel; CZEKALSKI, Riceli. Gomes; GÜLLICH, Roque Ismael da Costa (Orgs.). **Aprendendo ciências: meio ambiente e formação de professores**. Cerro Largo: SN, 2020, p. 88-101.

TONELLO, Leonardo Priamo. Entre encontros e desencontros: narrativas de constituição docente em ciências. **Revista Prática Docente**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 1909-1926, 2020. DOI: 10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n3.p1909-1926.id820. Disponível em: <http://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/820>. Acesso em: 18 abr. 2021.

UHMANN, Rosângela Inês Matos. **O professor em formação no processo de ensinar e aprender ao avaliar**. Curitiba: Apris, 2017.

VIGOTSKI, Lev Semyonovich. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martin Fontes, 2001.

ZEICHNER, Kenneth. Repensando as conexões entre a formação na universidade e as experiências de campo na formação de professores em faculdades e universidades. **Educação**, v. 35, n. 3, p. 479-504, maio/ago. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reveducacao/article/view/2357>. Acesso em: 25 nov. 2020.

ZEICHNER, Kenneth. **Formação reflexiva de professores**. Lisboa: Educa, 1993.

ZANON, Lenir Basso. **Interações de licenciandos, formadores e professores na elaboração conceitual de prática: módulos triádicos na licenciatura de Química**. 2003. 294 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Educação, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2003.



O conceito de texto de apoio aos professores enquanto produto educacional dos mestrados profissionais

Cristiano da Silva Buss*

Resumo

O presente artigo traz uma preocupação relativa à falta de definição dos Produtos Educacionais do tipo “Texto de Apoio aos Professores”, produzidos nos Programas de Pós-Graduação Profissionais. Através de uma investigação realizada com o auxílio da plataforma *Google Acadêmico*, identificou-se que, apesar de muitos tipos de Produtos serem construídos e nomeados das mais diferentes maneiras pelos pesquisadores, os Textos de Apoio representam um formato muito usual na área de Ensino. Ao se fazer a análise mais aprofundada, percebeu-se que não há uma preocupação com a conceituação de tal Produto por parte dos autores. Por isso, propõe-se uma primeira tentativa de descrição e atribuição de sentidos do Produto Educacional do tipo Texto de Apoio ao Professor.

Palavras-chave: Mestrado Profissional. Produto Educacional. Texto de Apoio. Professor.

* Doutor em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande (FURG); Mestre em Educação e Licenciado em Física pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL); Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul), Campus Pelotas – Visconde da Graça (CAVG). Pelotas, RS, Brasil. E-mail: cristianobuss@ifsul.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5164-8016>.

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i2.13179>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em: 19/11/2021; Aceito em: 27/07/2022

ISSN: 2595-7376



Introdução

Os Mestrados Profissionais foram implantados, no Brasil, por meio da Portaria Nº 47, de 17 de outubro de 1995, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O propósito era promover versatilidade no modelo de Pós-Graduação, possibilitando que alguns programas pudessem ser dirigidos mais diretamente à formação profissional. Dessa forma, intencionava-se que houvesse, pelo menos, o alcance de dois objetivos. O primeiro era o de que as pesquisas fossem mais diretamente aplicadas aos objetos de estudo e ao campo profissional do mestrando. A ideia seria que o trabalho tivesse uma estrutura que pudesse *“articular as atividades de ensino com as aplicações de pesquisas, em termos coerentes com seu objetivo, de forma diferenciada e flexível”*. (BRASIL, 1995, p. 147). O segundo fazia referência ao relatório de conclusão de curso que, não necessariamente deveria ter as características de uma dissertação acadêmica, mas, sim, do relato da construção e execução da pesquisa aplicada. Tal instrumento poderia assumir diferentes formatos, a fim de que tivesse um uso mais direto no tratamento de dificuldades encontradas no ambiente de trabalho do próprio pesquisador. Assim, a referida Portaria estabelecia uma maior possibilidade de alternativas ao trabalho final:

De acordo com a natureza da área e com a proposta do curso, esse trabalho poderá tomar formas como, entre outras, dissertação, projeto, análise de casos, performance, produção artística, desenvolvimento de instrumentos, equipamentos e protótipos. (BRASIL, 1995, p. 147).

Os Mestrados Profissionais receberam muitas críticas por parte das universidades e dos pesquisadores, na sua criação. Na época, a Pós-Graduação buscava uma maior afirmação no cenário acadêmico e o Mestrado Profissional poderia abrir possibilidade de formações aligeiradas, publicações de qualidade duvidosa e inserção de instituições com pouca tradição em pesquisa no campo da pós-graduação. Mesmo sob forte julgamento, esse tipo de mestrado suportou as animosidades e se estabeleceu no cenário acadêmico. Isso porque, um dos motivos da resistência é a sua específica intencionalidade de capacitar trabalhadores das mais distintas áreas do conhecimento. Além disso, diferentemente dos Mestrados Acadêmicos, sua proposta incentiva estudos que estejam relacionados à solução de problemas e à produção de uma pesquisa, que é, na verdade, a elaboração de um produto, processo ou protótipo caracterizado pela sua aplicação direta, no mercado de trabalho dos próprios estudantes.



Atualmente, os Mestrados Profissionais são uma realidade e estão não só consolidados, mas em franca expansão no Sistema Nacional da Pós-Graduação (SNPG). A Avaliação Quadrienal de 2017, realizada pela CAPES (BRASIL, 2017a) mostrou que, no período considerado pelo instrumento, enquanto os cursos de Mestrado e Doutorado Acadêmico apontaram um crescimento de, cerca de 17% e 23%, respectivamente, os Mestrados Profissionais tiveram uma evolução de 77%.

Conforme já mencionado, uma das características marcantes dos Mestrados Profissionais está vinculada ao trabalho de conclusão, que deve ser apresentado pelo estudante. O artigo sétimo, da Portaria Normativa Nº 17, de 28 de dezembro de 2009 salienta que essa estrutura pode assumir diferentes formatos:

[...] dissertação, revisão sistemática e aprofundada da literatura, artigo, patente, registros de propriedade intelectual, projetos técnicos, publicações tecnológicas; desenvolvimento de aplicativos, de materiais didáticos e instrucionais e de produtos, processos e técnicas; produção de programas de mídia, editoria, composições, concertos, relatórios finais de pesquisa, softwares, estudos de caso, relatório técnico com regras de sigilo, manual de operação técnica, protocolo experimental ou de aplicação em serviços, proposta de intervenção em procedimentos clínicos ou de serviço pertinente, projeto de aplicação ou adequação tecnológica, protótipos para desenvolvimento ou produção de instrumentos, equipamentos e kits, projetos de inovação tecnológica, produção artística, sem prejuízo de outros formatos, de acordo com a natureza da área e a finalidade do curso, desde que previamente propostos e aprovados pela CAPES. (BRASIL, 2009, s/p).

Entre os vários setores sociais que tiveram sua atenção atraída pela plausibilidade de ofertar Mestrados Profissionais, a área de Ensino de Ciências foi uma das mais destacadas. Essa possibilidade adveio em função da organização e constituição da Área de Ensino de Ciências e Matemática na CAPES, em setembro de 2000, que ficou conhecida como Área 46. A oferta de Mestrados Profissionais, na área de Ensino de Ciências e Matemática, vinha suprir uma demanda de professores da Educação Básica, que *“vislumbravam uma possibilidade de se desenvolverem profissionalmente por meio da participação em programas de pós-graduação”*. (BAROLLI; VILLANI; MAIA, 2017, p. 3). Ao mesmo tempo, proveria uma necessidade premente de que os programas acadêmicos em Educação em Ciências e as respectivas pesquisas geradas pelos Mestrados e Doutorados Acadêmicos não estavam trazendo impactos significativos no sistema escolar e, em especial, na sala de aula. (MOREIRA, 2004).

Em junho de 2011, através da Portaria da CAPES 83/2011, a Área 46 passou a ser denominada Área de Ensino, incorporando todos os programas de pós-gra-

duação da antiga Área de Ensino de Ciências e Matemática, bem como suas referências e experiências de organização e avaliação. (BRASIL, 2017b). No momento da criação da Área 46, sua constituição era composta por 30 cursos de Mestrados Profissionais e, atualmente, esse número já é de 95 (BRASIL, 2019b). Por ser uma proposta diferente do Mestrado Acadêmico, o Mestrado Profissional em Ensino tem sua preocupação voltada, principalmente, para a formação dos professores dos Ensinos Fundamental e Médio. A intenção é a qualificação destes profissionais e, conseqüentemente, a promoção da *“evolução do sistema de ensino, seja pela ação direta em sala de aula, seja pela contribuição na solução de problemas dos sistemas educativos”*. (MOREIRA, 2004, p. 134).

Devido a essa característica de ser uma formação de cunho específico à Educação Básica, o Mestrado Profissional em Ensino está voltado à aplicação do conhecimento. Em outras palavras, a pesquisa realizada nessa modalidade de Pós-Graduação deve ser focalizada no *“desenvolvimento de produtos e processos educacionais que sejam implementados em condições reais de ensino”*. (BRASIL, 2016, p. 13). Desse modo, o(a) mestrando(a) produz, ao longo do curso, uma dissertação e um Produto Educacional. Isso porque, a dissertação é o documento que relata a concepção, a construção e a aplicação do Produto Educacional, devidamente referenciado, segundo as normas e critérios da produção científica. Já o Produto Educacional é uma obra independente da dissertação e consiste em um material que possui uma forma e um conteúdo de ensino, que pode ser utilizado por outros(as) profissionais. Marques et al. (2020) vão afirmar que o Produto Educacional é o principal agente do Mestrado Profissional em Ensino. Assim, todas as ações do(a) orientador(a) e do(a) orientando(a) visam ao desenvolvimento de tarefas, que terão como resultado o Produto Educacional propriamente dito e uma dissertação que contempla o relatório de trabalho e pesquisa. (MARQUES et al. 2020).

Os documentos oficiais dão conta de que o Produto Educacional no Mestrado Profissional em Ensino pode assumir diversas formas. Evidentemente, ele deve estar voltado à melhoria do ensino na área em que o pesquisador atua e necessita de ser aplicado durante o Curso, além de que a sua versão final deve estar num formato que possibilite que outros(as) professores(as) possam utilizá-lo, tanto no seu formato original, quanto com adaptações para as suas realidades específicas. O Documento Orientador de APCN (Avaliação das Propostas de Cursos Novos) para a Área de Ensino, por exemplo, publicado pela CAPES, em 2019, traz várias possi-



bilidades para o Produto Educacional, tais como, sequência didática, jogos, vídeos, aplicativos, equipamentos, videoaulas e outros. (BRASIL, 2019a).

Em virtude da importância que o Produto Educacional assume dentro do Mestrado Profissional em Ensino, muito material tem sido gerado. Esses instrumentos são disponibilizados nos sítios dos Programas de Pós-Graduação ou em outros Repositórios Digitais, aos(às) educadores(as) e Escolas. Entre a diversidade de Produtos Educacionais, o Texto de Apoio aos Professores tem sido muito recorrente. Uma prova disso é o trabalho de Souza, Rezende e Ostermann (2017) que, ao analisar os trabalhos de conclusão do Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFRGS, percebeu o grande número de Produtos de natureza “Texto de Apoio”. Da mesma forma, Nascimento (2016) e Nascimento, Ostermann e Cavalcanti (2017), em suas pesquisas, apontam que, das 91 dissertações produzidas pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MPEF), entre 2002 e 2014, 53% dos Produtos são na forma de “Textos de Apoio”.

Mas, afinal, o que é um “Texto de Apoio para Professores”? Como ele pode ser conceituado? Quais são as suas características? De outro modo, como os pesquisadores têm definido os Produtos do tipo “Texto de Apoio aos Professores”? O escrito que segue tem o objetivo de justamente verificar como tal Produto Educacional vem sendo abordado pelos(as) autores(as) do cenário acadêmico. Através de uma investigação elementar, verificou-se, panoramicamente, o uso dos Textos de Apoio aos Professores e, principalmente, buscou-se perceber como tal Produto Educacional vem sendo conceituado. A seguir, de posse de dados levantados e na falta de definição, apontou-se para uma primeira tentativa de deliberar e atribuir sentidos ao “Texto de Apoio aos Professores”.

Percurso metodológico e algumas constatações

Pela relevância que os Textos de Apoio aos Professores têm assumido enquanto Produto Educacional, a partir da consolidação dos Mestrados Profissionais em Ensino, é oportuno tentar saber como a academia tem lidado com a definição de tal Produto. Dessa forma, iniciou-se uma investigação a respeito do termo, que foi realizada através de uma consulta, por meio da ferramenta *Google Acadêmico*. O *Google Acadêmico* foi criado em 2004 e, desde 2006, oferece a versão brasileira que permite a possibilidade de pesquisas em língua portuguesa. Trata-se de uma base

de dados que reúne publicações científicas das mais diferentes áreas, em um único espaço. Também conhecido pelo nome original, o *Google Scholar* possui um acervo que inclui trabalhos oriundos da literatura acadêmica, que compreende artigos científicos, dissertações, teses, resumos, jornais de universidades e, até mesmo, livros das mais diversas línguas e áreas do conhecimento. A vantagem de pesquisar nessa plataforma é que seus filtros excluem postagens de *blogs*, propagandas e de outros *sites*, sem relevância científica. Por isso, tal instrumento tem sido, cada vez mais, um importante aliado no trabalho de pesquisadores dos mais diferentes níveis. Sobre isso, Buss (2017) aponta reflexões substanciais, no que tange ao deslocamento do conceito de biblioteca e à importância do uso dos bancos eletrônicos no trabalho de investigação científica.

Ao utilizar o *Google Acadêmico* para levantar informações a respeito do que tem sido escrito sobre os “Textos de Apoio aos Professores”, não se pretendia fazer um estudo aprofundado do tipo estado da arte ou revisão da literatura. A ideia era, justamente, traçar um panorama sobre o tema e uma tentativa de entender, de modo geral, como o conceito tem sido usado pela comunidade científica. Por isso, outras bases de dados e repositórios não foram consultados. Assim, na segunda quinzena de junho de 2020, foram usados os descritores “texto de apoio” e “produto educacional”, como palavras-chave da pesquisa. O algoritmo do sistema *Google Acadêmico* encontrou 239 resultados nessa busca e os textos selecionados passaram a ser avaliados, individualmente.

De todos os trabalhos trazidos pelo sistema, dez não puderam ser acessados. Isso ocorreu, pois, possivelmente, estavam corrompidos ou com o *link* desatualizado. Além disso, um documento que tratava de uma lista de ementas de disciplinas foi desprezado. Outros estavam repetidos e, por isso, foram contabilizados uma única vez. No final, 223 foram separados para a análise. Desse total, havia um livro, três Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), 19 artigos, 23 Produtos Educacionais, 26 Dissertações e 151 Dissertações, que continham, no corpo do texto, o seu respectivo Produto Educacional.

A primeira preocupação deste levantamento foi verificar se os Produtos Educacionais do tipo “Texto de Apoio aos Professores” apareciam em número significativo. Evidentemente, que se esperava uma boa quantidade de trabalhos nessa modalidade, pois, como a finalidade era verificar como tais Produtos vêm sendo caracterizados, “Texto de Apoio” foi uma das palavras-chave utilizadas na pesquisa. Entretanto, o



segundo descritor empregado tinha justamente o desígnio de filtrar outros tipos de documentos no formato de Produto Educacional, para que fosse possível realizar uma espécie de contraponto. Assim, cada um dos 174 Produtos selecionados pelo *Google Acadêmico* nessa investigação (23 Produtos Educacionais avulsos mais 151 que estavam acompanhados das suas próprias Dissertações) passaram a ser analisados. De imediato, percebeu-se uma grande variedade na nomenclatura dos Produtos Educacionais. Para tentar entender e aprofundar um pouco o espectro dessa peculiaridade encontrada, os trabalhos foram catalogados e separados, a fim de tentar extrair deles as formas e as terminologias utilizadas.

A maior quantidade de tipos de Produtos Educacionais encontrados nessa análise foram Texto de Apoio e Sequência Didática com 47 e 46 referências, respectivamente. Outros nomes de Produtos que também apareceram destacadamente foram Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) (11 vezes), Material de Apoio (9 vezes), Jogo Didático ou Pedagógico (7 vezes) e Unidade Didática e Manual (6 vezes cada um). Os demais tiveram menos citações, mas, ao todo, foram identificados 57 nomes diferentes atribuídos aos Produtos Educacionais analisados. Uma nuvem de palavras que compreende os termos usados pelos(as) autores(as) ao se referirem aos seus Produtos Educacionais é apresentado na figura a seguir:

Figura 1: Nuvem de Palavras dos Produtos Educacionais encontrados na análise.



Fonte: elaborado pelo autor.

Esse diagnóstico foi, de certa forma surpreendente, pois destacou uma multiplicidade tipológica de Produtos Educacionais nominadas por uma quantidade admirável de títulos. Não foi encontrada uma uniformidade ou padronização dos Produtos. Em outras palavras, cada um dos(as) autores(as) parece ter nomeado o seu Produto Educacional baseado em convicções pessoais, pois não foi possível identificar a existência de um acordo de ou um consenso entre as características ou funcionalidades dos Produtos e os seus respectivos nomes classificativos. Evidentemente, não é desejável que haja modelos a serem seguidos ou formatos padronizados ou preestabelecidos, mas essa abundância de títulos pode estar apontando para o fato de haver uma confusão entre os(as) pesquisadores(as) sobre o Produto Educacional e as suas concernentes intencionalidades e abrangências.

A fim de exemplificar o que foi apontado, foi possível constatar que, em 64 trabalhos, as designações variavam, ou seja, os(as) autores(as) não mantinham o nome ou a tipologia do seu Produto Educacional, chamando-os ora por um termo, ora por outro. Em outros 12 trabalhos sequer foi possível saber como o Produto Educacional era nominado. Além disso, também a título de exemplificação, foram encontrados Produtos designados de modo muito parecido, tais como Proposta de Ensino, Proposta Didática, Estratégia Didática e Atividade Didática. Diante de tal observação, cabe a indagação: quais seriam as distinções entre eles? Ou ainda, conforme foi encontrado, Material Didático, Material de Apoio e Material Instrucional: no que diferem? Quais as suas peculiaridades? Quais características intrínsecas a cada um poderia permitir díspares denominações?

Essa aquarela de nomes não é funcional e certamente pode trazer dúvidas e confusões. Imaginemos que um(a) professor(a) da Educação Básica necessite de algum subsídio para compor seu repertório didático, a fim de preparar uma aula ou um conjunto de aulas sobre um determinado tópico de sua disciplina. Ele(a) então decide visitar os Repositório de Produtos Educacionais, com o objetivo de encontrar alguma ideia ou ferramenta que possa suprir suas necessidades pedagógicas. Como será que ele(a) agiria na escolha de materiais, ao se deparar com essa fartura de títulos e tipos de Produtos? Novamente, como pretexto à reflexão, será que ele(a) saberia a diferença entre Unidade de Aprendizagem e Proposta de Ensino?

É importante ressaltar que tal multiplicidade não é de todo tão ruim, pois essa característica salienta a capacidade criativa dos(as) pesquisadores(as), frente a um sem-número de situações de ensino e de aprendizagem, que estão sendo estuda-

das nos Programas de Pós-Graduação Profissional. No entanto, seria importante que houvesse definições para um melhor entendimento do propósito, do alcance e das características de cada um desses tipos de Produtos. A principal finalidade no Mestrado Profissional na área de Ensino é a concepção, a aplicação e a posterior disponibilização de Produtos Educacionais para os mais diversos usos, por parte dos(as) professores(as). No entanto, produzir um Caderno Didático ou um Material Instrucional, por exemplo, sem que haja uma definição do que sejam esses materiais, acaba por dificultar o entendimento e o atendimento daqueles(as) que farão uso de tal Produto. Além disso, tal atitude favorece a criação de uma cultura de imprecisão, de buscas às cegas, de tentativas e erros e um costume de que as definições são desnecessárias.

É importante destacar, ainda, um fator positivo encontrado em algumas situações, que está relacionado ao cuidado dos(as) autores(as) em incluir um texto de apresentação nos Produtos Educacionais, descrevendo e ressaltando as funcionalidades do Produto. Esse artifício auxilia a escolha de um Produto e orienta a sua utilização, mas não minimiza a necessidade de uma discussão sobre as definições dos Produtos. Fazer a análise dos tipos de Produtos Educacionais nomeados pelos(as) autores(as) e seus respectivos focos, atributos e designações, foge do escopo desse texto e, portanto, essas percepções serão deixadas, aqui, apenas como predicados encontrados e como proposta de um estudo futuro. Por ora, retomo a proposta original do artigo.

Como a preocupação era buscar o entendimento que os(as) autores(as) têm sobre o conceito de “Texto de Apoio aos Professores”, ou seja, a relação e o modo como vem sendo tratadas as suas possíveis definições ou significados, a tarefa passou a ser a procura da referida expressão, nos 223 trabalhos pinçados, na busca do *Google Acadêmico*. O objetivo dessa etapa era verificar a existência de possíveis definições ao termo e, por isso, era interessante localizá-los nos escritos. Com o auxílio da ferramenta “Localizar”, que está disponível para arquivos com extensão *pdf*, páginas de internet e demais editores de texto, foi feita a verificação da sentença, em cada um dos trabalhos. Como resultado, percebeu-se que o termo Texto de Apoio foi reportado, pelo menos uma vez, em 220 trabalhos, somando um total de 1262 menções, o que dá uma média de quase seis citações, em cada documento considerado. O gráfico a seguir mostra o número de trabalhos relativos à quantidade de vezes que o termo Texto de Apoio é citado, em cada um dos documentos:

Gráfico 1: Relação entre o número de trabalhos e a quantidade de citações do termo “Texto de Apoio”.

Relação entre o número de trabalhos e a quantidade de citações do termo "Texto de Apoio"



Fonte: elaborado pelo autor.

De acordo com o que foi possível verificar a partir dos trabalhos analisados, é interessante perceber que, somente em três documentos, a expressão “Texto de Apoio” não é mencionada ao longo da escrita. O algoritmo de busca do *Google Acadêmico* certamente selecionou estes registros, porque as palavras “Produto Educacional”, também usadas como descritores na pesquisa, estavam presentes em alguma parte rastreável dos arquivos. Com pelo menos uma referência à expressão “Texto de Apoio”, foram encontrados 86 trabalhos, o que corresponde a 38,57% dos documentos analisados. Ainda é possível perceber uma quantidade considerável de materiais com duas, três, quatro e até oito alusões à sentença, ao longo de seus textos. Documentos com nove, dez ou mais menções ao termo em questão são poucos, mas, mesmo assim, foram encontrados materiais que citaram mais de 20 e, alguns, mais de 30 vezes a expressão “Texto de Apoio”. Para não apresentar um elemento não textual muito grande e, conseqüentemente, com uma fonte muito pequena, o gráfico foi encerrado em número de trabalhos com até 35 referências ao termo. Depois desses, chamam a atenção três arquivos com abundante número do uso da expressão “Texto de Apoio”: um deles com 41 registros da sentença, um com 54 e, ainda, outro com uma quantidade de 159 citações, ao longo do escrito.

Sobre estes três documentos, especificamente, o primeiro (OLIVEIRA, 2018) é um Produto Educacional e o segundo (OLIVEIRA, 2012) é uma dissertação com o

seu respectivo Produto Educacional. Nestes, a expressão Texto de Apoio é utilizada ao longo do texto e no cabeçalho de cada uma das páginas do Produto Educacional, o que, de certa forma, justifica o número elevado de aparições. O terceiro (NASCIMENTO, 2016) é uma dissertação, que faz a análise de Produtos Educacionais desenvolvidos num Mestrado Profissional em Ensino de Física. Por ter verificado muitos documentos e como o Texto de Apoio é um artifício bastante comum nos Mestrados Profissionais, o uso do referido termo foi contumaz ao longo da escrita.

Embora tenha-se percebido o uso recorrente do termo “Texto de Apoio” nos documentos analisados, em nenhuma das 1262 citações utilizadas foi verificada a preocupação de definir ou dar significado à expressão. Reconhecemos que essa não é uma prática usual, pois os próprios artigos e documentos orientadores sobre o assunto não se preocupam em fazer uma definição dos eventuais Produtos Educacionais. Porém, eles apenas sugerem diferentes possibilidades, sem nenhum compromisso com a atribuição de sentidos. Entre alguns exemplos sobre o que está sendo abordado, podemos mencionar a Portaria Normativa Nº 17, de 2009, já citada anteriormente, cuja lista de alternativas é imensa. Da mesma forma, o artigo de Moreira e Nardi (2009) sugere que o Produto Educacional “*deve ter a forma de um texto sobre uma sequência didática, um aplicativo, um CD, um DVD, um equipamento [...]*” (p. 4). Outro texto que também traz uma lista de opções é o Documento de Área 2013, da CAPES, que trata da avaliação trienal (2010 – 2012), relativa à área de Ensino. Nele, é percebida a mesma prática, ou seja, apenas são dados exemplos de sugestões de Produtos Educacionais: “[...] *uma sequência didática, um aplicativo computacional, um jogo, um vídeo, um conjunto de vídeoaulas, um equipamento, uma exposição etc.*” (BRASIL, 2013, p. 25). Essa mesma redação é, curiosamente, encontrada na página 15, do Documento de Área – Ensino de 2019 (BRASIL, 2019b) e na página 4, do Documento Orientador de APCN (Análise de Propostas de Cursos Novos) da Área de Ensino de 2020. (BRASIL, 2020). É bastante inusitado que a redação tenha sido mantida ao longo de quase uma década, sem que houvesse uma preocupação em reformular os tipos de Produtos sugeridos e, muito menos, em definir cada um deles.

É possível que essa postura centralizada dos documentos em fornecer um leque de opções de Produtos Educacionais, sem o devido cuidado com as definições, tenha encorajado os(as) autores(as) a nominarem seus trabalhos, sem a preocupação de conceituar ou dar um sentido mais específico naquilo que constroem. Pode ser, por

outro lado, que alguns termos se encontrem tão naturalizados nos Programas de Pós-Graduação que os(as) pesquisadores(as) estejam usando-os com uma ideia de senso comum, imaginando que toda a comunidade de educadores(as) detenha os significados, as nuances e as diferenças presentes em cada um dos tipos de Produtos, que são disponibilizados nos Repositórios Digitais. Ocorre que a definição de um Produto Educacional é importante para que, tanto o(a) autor(a) quanto os(as) leitores(as) tenham noção de qual é o seu propósito, o seu alcance e a suas possibilidades. Desse modo, na tentativa de contribuir com o debate em torno do assunto, serão traçadas algumas definições acerca do termo “Texto de Apoio aos Professores”, apontando características de sua funcionalidade. A intenção é estabelecer um primeiro conceito, uma tentativa de definir tal possibilidade de Produto Educacional, na perspectiva de contribuir com a comunidade de educadores(as). Talvez, o que venha a ser exposto a partir daqui não seja a melhor atribuição de sentidos, mas é, pelo menos, uma primeira iniciativa para que a comunidade acadêmica assuma a postura de discutir a definição do “Texto de Apoio aos Professores”, enquanto Produto Educacional, bem como a de outros Produtos.

O Texto de Apoio aos Professores: função, sentido e significado

O primeiro passo dado para a construção de um conceito ou sentido para o termo Texto de Apoio foi analisar a expressão nas suas partes individuais: Texto e Apoio. Refletir sobre o significado de cada uma dessas palavras é um fator importante para o entendimento e, para isso, foi utilizado o dicionário *on-line* de português Dicio. O Dicio é uma ferramenta de procura digital, na forma de um glossário, que, segundo sua equipe de desenvolvimento, compreende mais de 400 mil palavras e apresenta não só o significado e a definição de termos, mas também a classificação gramatical, etimológica, bem como traz sinônimos, antônimos, e outros dados para cada palavra buscada. (7GRAUS, 2020). De acordo com o Dicio, foi possível perceber que a expressão Texto representa um “conjunto organizado de palavras, expressões, frases de uma língua, que, escrito por um autor, compõe uma obra, livro, documento etc.” (TEXTO, 2020, s/p). Assim, um texto compreende uma sequência de frases escrita originalmente por alguém, em uma determinada língua, com o intuito de comunicar, expressar ou provar uma certa ideia, opinião, preceito ou tese. Ao mesmo



tempo, Apoio seria um *“suporte ou base; aquilo que se utiliza para sustentar, para amparar ou para fixar alguém ou alguma coisa.”* (APOIO, 2020, s/p). Representa uma ajuda oferecida a alguém, um auxílio, um respaldo ou um subsídio para que, a partir desse, a pessoa possa executar seu planejamento ou tarefa.

O texto é um dos mais importantes meios de funcionamento e articulação da língua na nossa sociedade. *“O texto é uma materialidade fundamental através da qual o homem se significa, é significado e atribui sentidos para o real”* (MACHADO, 2019, p. 28). Ele pode ser considerado uma unidade de sentido, um tipo específico de discurso que é produzido por um(a) ou mais locutores(as) e que será endereçado, direcionado a um(a) ou mais leitores(as) que farão a sua interpretação. O texto, portanto, tem um direcionamento que estabelece uma organização interna entre os(as) autores(as) e os(as) destinatários(as). Para o termo que estamos analisando, o Texto liga-se através da proposição de à palavra Apoio, estabelecendo uma relação de subordinação entre elas. Em seguida, essa expressão recebe, dentro do contexto aqui analisado, o endereçamento: aos Professores. Em outras palavras, a função primeira do Texto de Apoio aos Professores é justamente prestar uma ajuda, uma assistência e/ou um incentivo. Tal benefício é oferecido por um ou mais indivíduos que, partindo de seus conhecimentos e experiências, destinam essa contribuição aos seus pares por meio de palavras escritas.

Apesar desse ordenamento, linguisticamente um texto vai mais além e estende seus significados *“não na soma dos sentidos emitidos pelas palavras que o compõem, nem no conjunto de enunciados que o constituem, mas na articulação dos elementos e características que o formam, uma vez que ele é resultado das condições em que foi produzido.”* (VAL; VIEIRA, 2005, p. 37). Nessa perspectiva, o “Texto de Apoio aos Professores”, produzido por um(a) pesquisador(a) com a intencionalidade de que ele seja um Produto Educacional, é um instrumento interacionista. O processo de sua construção tem abertamente uma finalidade dialógica entre indivíduos que compartilham identidades e constituições profissionais semelhantes. Isso pode ser entendido pois, de um lado, temos os(as) autores(as) que, normalmente, são docentes que estão produzindo o Produto Educacional, a partir de um problema de ensino ou aprendizagem por eles(as) constatados. (BUSS, 2019). E, de outro, os(as) professores(as) que buscam o Produto Educacional, tanto para qualificar suas práticas, quanto para abarcar problemas semelhantes aos enfrentados pelos(as) autores(as).

Assim, tanto os(as) locutores(as), quanto os(as) destinatários(as), participam da produção de sentidos conjuntamente, através do assunto que lhes seja comum. É nessa perspectiva que o(a) autor(a) de um Texto de Apoio aos Professores “*seleciona e organiza os recursos linguísticos que lhe parecem mais adequados para produzir sobre seus interlocutores os efeitos que deseja.*” (VAL; VIEIRA, 2005, p. 38). Essa produção se realiza amparada no seu conhecimento de mundo, nas suas condições de produção, autorizado pela sua condição social, política e cultural e com o auxílio de um arsenal gramatical, que lhe permita se expressar da maneira que melhor lhe convém.

Desta forma, um “Texto de Apoio aos Professores”, enquanto Produto Educacional produzido em um Mestrado Profissional na Área de Ensino, pode ser considerado uma estrutura escrita, elaborada e estabelecida a partir de um problema pedagógico ou de aprendizagem, identificado e estudado por um(a) professor(a) numa situação de ensino formal ou não formal. Tal estrutura, nessas condições, foi formatada durante o Curso de Pós-Graduação Profissional e aplicada num ambiente real de ensino e aprendizagem. Sua versão final fica disponibilizada em Repositórios Digitais, a fim de ser consultada e utilizada por outros(as) colegas. Seu direcionamento objetiva, principalmente, servir de auxílio e de embasamento para que outros(as) professores(as) preparem e ministrem suas aulas ou seus projetos de ensino e aprendizagem.

O “Texto de Apoio aos Professores” tem, portanto, a função de orientar os(as) docentes em relação a um determinado conteúdo ou a um conjunto de conteúdos, que compõem o conhecimento inerente a alguma disciplina, num determinado período escolar. É preferível que seja apresentado de modo que permita aos(as) professores(as) uma abordagem mais aprofundada e distinta daquelas encontradas nos livros didáticos. Deveria ser conceitual, instigante, rico em exemplos, de modo que entrelaçasse conceitos de outras disciplinas ou áreas. Precisaria trazer possibilidades de capacitar e de subsidiar os(as) professores(as) no quesito conhecimento, sugerindo ações que permitam que tais conteúdos sejam colocados em prática pedagógica, seja essa curricular ou extracurricular.

Por conseguinte, de modo prático, um “Texto de Apoio aos Professores” não se estrutura como uma ou mais aulas prontas, ou seja, usar tal documento diretamente como uma espécie de material didático não deveria ser a primeira intenção possível desse Produto. Também não se caracterizaria como uma ou mais atividades que os(as) professores(as) repassariam aos alunos, como forma de exercícios, projetos,



trabalhos ou atividades práticas. Esse tipo de texto é, em síntese, um material de consulta, inspiração e estudo para os(as) professores(as). É praticamente uma troca de experiências, uma vez que seja muito provável que os(as) autores(as) e os(as) interlocutores(as) participem das mesmas preocupações e anseios, no que diz respeito às dificuldades e desafios inerentes ao ensino e à aprendizagem presentes no contexto educacional.

Considerações finais

Conforme apontado ao longo do texto, Os Programas de Pós-Graduação Profissionais têm cumprido o seu papel, no que diz respeito à identificação, ao estudo e à produção de alternativas para os problemas intrínsecos ao ensino e à aprendizagem no contexto da educação formal e não formal. Basta uma consulta às ferramentas de buscas e aos Repositórios Digitais para perceber que os(as) autores(as) de Produtos Educacionais têm apresentado um grande conjunto de possibilidades de suporte e atendimento aos (às) professores(as) que desejam agir, no sentido de se qualificar e não permitir *“aquele que certamente é o maior dos problemas da educação brasileira: a não aprendizagem por parte do aluno”*. (BUSS; MACKEDANZ, 2017, P. 125).

Percebeu-se, nesse estudo, que os Produtos Educacionais são concebidos nos mais diferentes formatos e titulados dos mais distintos feitios. Tal cenário indica que não está se seguindo arquétipos de Produtos, o que demonstra uma grande capacidade criativa por parte dos pesquisadores. Entretanto, o fato de os Produtos Educacionais serem nomeados sem uma preocupação, com definições precisas em relação as suas especificidades, seu alcance e suas funcionalidades, acaba por incentivar uma prática não científica. Esse processo impulsiona uma cultura que não preza por determinar o real sentido de um documento, bem como não apontado suas funções, compromissos e limites. Além disso, tais procedimentos incitam a criação de nomenclaturas muito parecidas, que podem vir a gerar dúvidas e escolhas imprecisas por parte de quem deseja utilizar os Produtos Educacionais.

Em relação, especificamente, ao Texto de Apoio aos Professores, o presente escrito demonstrou que sua utilização, enquanto Produto Educacional, é bastante frequente e que a expressão participa de modo reiterado nos artigos e nas dissertações da área de Ensino. Entretanto, embora muito popular, não foi possível encontrar uma definição para a sentença, em todos os materiais analisados. Assim, investiu-se na

produção de sentido e significado do termo “Texto de Apoio aos Professores”, enquanto um Produto Educacional que é fruto de estudos e pesquisas dos Programas de Pós-Graduação Profissionais. Destacou-se que o Texto de Apoio é um material de auxílio aos(as) professores(as), cuja abordagem deve estar direcionada ao aprofundamento de um determinado assunto, tema, ou conteúdo de uma disciplina. Sua função é instrumentalizar os(as) professores(as) para que tenham a possibilidade de construir e ampliar seus conhecimentos, além de expandir o repertório de suas práticas pedagógicas. Em nenhum momento, desejou-se uma definição estanque, categórica e terminal, mas um primeiro movimento para que a comunidade científica possa se inserir na prática de esclarecimento e determinação dos Produtos Educacionais construídos.

The concept of support text to the teachers as an educational product of the professional master's

Abstract

This article raises a concern regarding the lack of definition of Educational Products of the Support Text for Teachers type produced in Professional Graduate Programs. Through an investigation carried out with the help of the Google Academic platform, it was identified that although many types of Products are constructed and named in different ways by researchers, the Support Texts represent a very common format in the field of Education. Upon further analysis, it was noticed that there is no concern with the conceptualization of such Product on the part of the authors. Therefore, it is proposed a first attempt at description and attribution of meanings of the Educational Product of the Teacher Support Text type.

Keywords: Professional Master's. Educational Product. Support Text. Teacher.

Referências

7GRAUS. **Dicio**, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2020. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/>. Acesso em: 08 jul. 2020.

APOIO. In.: **Dicio**, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2020. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/apoio/>. Acesso em: 08 jul. 2020.

BAROLLI, Elisabeth; VILLANI, Alberto; MAIA, Juliana de Oliveira. O Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFRGS: reconstrução de uma história. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 19, e2595, p. 1-28, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v19/1983-2117-epec-19-e2595.pdf>. Acesso em 08 jun. 2020.



BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Portaria nº 47, de 17 de outubro de 1995. Determina a implantação na Capes de procedimentos apropriados à recomendação, acompanhamento e avaliação de cursos de mestrado dirigidos à formação profissional. **Revista Brasileira da Pós-Graduação - RBPG**, Brasília, v. 2, n. 4, p. 147-148, jul. 2005. Disponível em: <https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Portaria-Capes-47-1995-10-17.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2020.

_____. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Portaria Capes nº 17, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre o mestrado profissional no âmbito da Capes. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Ministério da Educação. **Diário Oficial de União**, Brasília, DF, n. 248, 29 dez. 2009. Disponível em: https://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/PortariaNormativa_17MP.pdf. Acesso em: 04 jun. 2020.

_____. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Documento de área 2013 - Ensino**. Brasília, DF, 2013. Disponível em: https://www.capes.gov.br/images/stories/download/avaliacaotrienal/Docs_de_area/Ensino_doc_area_e_comiss%C3%A3o_block.pdf. Acesso em: 03 jul. 2020.

_____. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Orientações para APCN - 2016**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: https://capes.gov.br/images/documentos/Criterios_apcn_2016/Criterios_APCN_Ensino.pdf. Acesso em: 11 jun. 2020.

_____. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Avaliação Quadrienal**. Brasília, DF, 2017a. Disponível em: <http://avaliacaoquadrienal.capes.gov.br/>. Acesso em: 04 jun. 2020.

_____. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Relatório de Avaliação: Ensino**. Brasília, DF, 2017b. Disponível em: <http://capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/relatorios-finais-quadrienal-2017/20122017-ENSINO-quadrienal.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2020.

_____. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Documento Orientador de APCN**. Área 46: Ensino. Brasília, DF, 2019a. Disponível em: http://capes.gov.br/images/Criterios_apcn_2019/ensino.pdf. Acesso em: 12 jun. 2020.

_____. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Documento de Área**. Área 46: Ensino. Brasília, DF, 2019b. Disponível em: http://capes.gov.br/images/Documento_de_%C3%A1rea_2019/ENSINO.pdf. Acesso em: 03 jul. 2020.

_____. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Documento Orientador de APCN**. Área 46: Ensino. Brasília, DF, 2020. Disponível em: http://capes.gov.br/images/Documento_orientador_apcn_2020/Documento_orientador_apcn_Ensino.pdf. Acesso em: 03 jul. 2020.

BUSS, Cristiano da Silva. **Nascimento e evolução da disciplina de física no ensino secundário brasileiro**: uma análise a partir da teoria de David Layton. Rio Grande: FURG, 2017. Tese, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da vida e saúde (PPGEC), Universidade Federal do Rio Grande, 2017. Disponível em: <https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/bdtd/0000011970.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2020.

BUSS, Cristiano da Silva. O problema de pesquisa e a construção do Produto Educacional no Mestrado Profissional – Editorial. **Revista Educar Mais**, Pelotas, v. 3, n. 1, p. 1-2, 2019. Disponível em: <http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/1405/1082>. Acesso em: 08 jul. 2020.

BUSS, Cristiano da Silva; MACKEDANZ, Luiz Fernando. O ensino através de projetos como metodologia ativa de ensino e de aprendizagem. **Revista Thema**, Pelotas, v. 14, n. 3, p. 122-131, 2017. Disponível em: <http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/481/565>. Acesso em: 17 ago. 2020.

MACHADO, Carolina de Paula. Contribuições da semântica da enunciação para a análise de texto. **Traços de Linguagem**, Cáceres, v. 3, n. 2, p. 28-41, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/tracos/article/view/4355>. Acesso em: 08 jul. 2020.

MARQUES, Nelson Luiz Reyes; BUSS, Cristiano da Silva; MÜLLER, Maykon Gonçalves; BETEMPS Vaz da Silva, Marcos André. Concepções a respeito do Trabalho Final do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências. **Revista Educar Mais**, Pelotas, v. 4, n. 1, p. 172-187, 2020. Disponível em: <http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/1758/1378>. Acesso em: 05 jul. 2020.

MOREIRA, Marco Antonio. O mestrado (profissional) em ensino. **Revista Brasileira da Pós-Graduação** - RBPG, Brasília, v. 1, n. 1, p. 131-142, jul. 2004. Disponível em: <http://ojs.rbpg.capes.gov.br/index.php/rbpg/article/view/26>. Acesso em: 08 jun. 2020.

MOREIRA, Marco Antonio; NARDI, Roberto. O mestrado profissional na área de ensino de ciências e matemática: alguns esclarecimentos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 3, set./dez., 2009. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/549>. Acesso em: 02 jul. 2020.

NASCIMENTO, Matheus Monteiro. **Análise de produtos educacionais desenvolvidos no âmbito de um mestrado profissional em ensino de física**. Porto Alegre: UFRGS, 2016, Dissertação, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/139386/000990059.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 jun. 2020.

NASCIMENTO, Matheus Monteiro; OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudio José de Holanda. Análises multidimensional e Bakhtiniana do discurso de trabalhos de conclusão desenvolvidos no âmbito de um mestrado profissional em ensino de Física. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 1, p. 181-196, 2017. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5908185>. Acesso em: 02 jun. 2020.

OLIVEIRA, Anderson Castro de. **Produto educacional: uma unidade de aprendizagem antirracista para o ensino de física**. Rio Grande, FURG, 2018, Produto Educacional, Universidade Federal do Rio Grande, 2018. Disponível em: https://ppgmnpef.furg.br/images/documentos/produtos_educacionais/2018_ProdutoEducacional_Anderson.pdf. Acesso em: 19 jun. 2020.

OLIVEIRA, Vagner. **Uma proposta de ensino de tópicos de eletromagnetismo via instrução pelos colegas e ensino sob medida para o ensino médio**. Porto Alegre: UFRGS, 2012, Dissertação, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/61863/000867066.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 19 jun. 2020.

SOUZA, Josiane de; REZENDE, Flavia; OSTERMANN, Fernanda. Apropriação discursiva de modelos de formação docente em trabalhos de conclusão de um mestrado profissional em ensino de física. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.18, n. 2, Mai./Ago., p. 171-199, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v18n2/1983-2117-epec-18-02-00171.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2020.



TEXTO. In.: **Dicio**, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2020. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/texto/>. Acesso em: 08 jul. 2020.

VAL, Maria da Graça Costa; VIEIRA, Martha Lourenço. **Língua, texto e interação**: caderno do professor. Belo Horizonte: Ceale/FaE/UFGM, 2005. Disponível em: http://www.ceale.fae.ufmg.br/app/webroot/files/uploads/Col.%20Alfabetiza%C3%A7%C3%A3o%20e%20Letramento/Col%20Alf.Let.%2002%20Lingua_Texto_Interacao.pdf. Acesso em: 25 jul. 2020.



O Pibid e a formação inicial de professores de matemática: um panorama de pesquisas realizadas no período de 2011-2021

Narinha Mylena Rocha da Silva*, Denize da Silva Souza**

Resumo

O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid) trata-se de uma política de governo de grande destaque entre as iniciativas para a formação inicial de professores no Brasil. Sua repercussão pode ser percebida nas mais diversas publicações acerca do tema, ao exemplo de teses e dissertações que versam sobre essa iniciativa no âmbito da Licenciatura em Matemática. Desse modo, neste artigo, objetivamos apresentar um panorama de estudos que tratam das potencialidades do Pibid na formação inicial de professores de matemática, produzidos no âmbito dos programas nacionais de pós-graduação *stricto sensu* entre os anos de 2011 e 2021. Para tanto, definimos uma lente de busca, caracterizada pela escolha de quatro palavras-chave, a saber: PIBID; Formação inicial; Matemática e Licenciatura em Matemática, as quais foram combinadas em duas plataformas de busca, Catálogo de Teses e Dissertações da Capes e a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD). Conforme objetivo e escolhas metodológicas, tal investigação diz respeito a um mapeamento de pesquisas. Ao final da investigação, conclui-se que as ações do Pibid nas Licenciaturas em Matemática repercutem positivamente na formação inicial dos licenciandos, contribuindo, dentre outras coisas, para a constituição da identidade docente e desenvolvimento profissional dos futuros professores.

Palavras-chave: Pibid; Formação Inicial; Licenciatura em Matemática.

-
- * Licenciada em Matemática pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMA/UFS). Professora da Educação Básica. Membro do Núcleo Colaborativo de Práticas e Pesquisas em Educação Matemática (NCPPEM/CNPq/UFS). E-mail: narinha.mylena@gmail.com.
- ** Licenciada em Matemática. Doutora em Educação Matemática/UNIAN-SP. Professora Adjunta do Departamento de Matemática/UFS/São Cristóvão-SE. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática - PPGECIMA/UFS-SE. Líder do Núcleo Colaborativo de Práticas e Pesquisas em Educação Matemática (NCPPEM/CNPq/UFS). Vice-líder do Núcleo de Estudo, Extensão e Pesquisa em Inclusão Educacional e Tecnologia Assistiva (NÚPITA/CNPq/UFS). Membro do Grupo de Estudos e Pesquisa Educação e Contemporaneidade (EDUCON/CNPq/UFS). E-mail: denize.souza@hotmail.com.

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i2.13187>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em: 22/11/2021; Aceito em: 01/10/2022

ISSN: 2595-7376



Introdução

No Brasil, o processo formativo docente estruturou-se de forma lenta, em paralelo à trajetória tardia da educação em território nacional que, por muito tempo, atendeu uma parcela mínima da população. Desse modo, os entraves envolvendo a formação de profissionais da educação é um problema recorrente em nosso país.

Apesar disso, de acordo com Gatti, Barreto e André (2011), nas três últimas décadas, é notório os esforços concentrados na área educacional, inclusive no contexto de formação de professores. Tais iniciativas visam promover, entre outras coisas, a articulação entre universidade e escola, a valorização da licenciatura e da profissão docente, bem como suprir a carência de professores capacitados para lecionar, contribuindo com o consequente desenvolvimento de uma educação de qualidade para todos.

Em vista disso, percebemos a instituição e o sentido da existência de políticas públicas para a formação de professores da educação básica e a valorização do magistério, coordenadas e estruturadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Assim, tratando-se especificamente da formação inicial, processo que cria os alicerces para o exercício da docência, tem-se alguns programas importantes, dentre os quais destacamos o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid), foco da nossa investigação.

Não é de se estranhar que as licenciaturas não estejam na lista dos cursos mais desejados pelos alunos que estão se preparando para ingressar na universidade. De acordo com Gatti e Barreto (2009), as carreiras com baixa atratividade do ponto de vista salarial acabam não sendo almejadas, como é o caso da profissão docente, cujos salários são baixos, se comparados aos de outros ofícios que exigem ensino superior.

Nesse sentido, analogamente a outras iniciativas, o Pibid emerge em um contexto de luta pela valorização da licenciatura e profissionalização docente, no sentido de ajudar a diminuir a escassez de professores e proporcionar uma formação mais qualificada – discussão latente na época em que fora implementado. Assim, conforme apontam os documentos oficiais, trata-se de uma política de governo institucionalizada mediante à Portaria Normativa Nº 38, de 12 de dezembro de 2007 e que, desde então, tem passado por modificações em seu funcionamento, oriundas de acontecimentos como ampliação das áreas de ensino contempladas e alterações no quantitativo de bolsas, com a publicação de novos editais.

Como o próprio nome anuncia, o Pibid enquadra-se na modalidade de programa e, como tal, constitui-se a partir da junção de diferentes projetos com o mesmo objetivo principal. Criado com o intuito de fomentar a formação inicial e valorizar o magistério, tal programa proporciona aos alunos dos cursos de licenciatura o desenvolvimento de atividades didático-pedagógicas e a inserção no contexto de escolas da rede pública de ensino. Ademais, embora seja uma política voltada à formação inicial, as ações desenvolvidas no projeto podem delinear-se como formação continuada e pesquisa para os professores da educação básica e das IES.

Ao buscar a aproximação entre universidade e escola, o Pibid conta com o envolvimento de sujeitos dos dois espaços. Assim, possui uma conjuntura organizada em quatro modalidades de participação: coordenador institucional, coordenador de área, professor supervisor e discentes em iniciação à docência. Cada um desses participantes desempenha uma função específica, sendo as ações do programa resultantes da interação entre eles.

O coordenador institucional é o docente da IES responsável pela gerência do projeto institucional, ou seja, é o responsável pela gestão administrativa e didático-pedagógica. O coordenador de área é o docente da IES responsável por orientar os licenciandos em iniciação à docência e coordenar o subprojeto respectivo a sua área de atuação. O professor supervisor, terceiro docente envolvido no projeto, é aquele que atua em uma disciplina específica na educação básica e faz a ponte entre os dois ambientes educacionais. Por fim, os licenciandos em iniciação à docência (ID) ou pibidianos são alunos de cursos de licenciatura inseridos no programa, os quais ocupam a posição de protagonistas do processo, sendo inseridos em um movimento de formação inicial, marcada pelo diálogo com professores experientes e em atuação (BRASIL, 2019).

Dado o papel de destaque deste programa dentre o conjunto de políticas públicas educacionais, mais especificamente de formação docente, não há como desconsiderar a necessidade de avaliá-lo. Assim, diante dessa ressalva, ousamos apontar os trabalhos desenvolvidos acerca do Pibid como importante fonte de informações que podem contribuir com o processo de avaliação desta política. Vale ressaltar que os trabalhos aos quais nos referimos podem variar desde as produções apresentadas em eventos e congressos a pesquisas de mestrado e doutorado, realizadas em nível de Pós-Graduação *stricto sensu*.

Se realizarmos uma busca simples em repositórios, utilizando os descritores *PIBID* ou *Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência*, verificamos



um número significativo de trabalhos que, de alguma forma, versam sobre essa política. Tais trabalhos variam em anos de publicação e áreas das licenciaturas, demonstrando a expansão no número de escritos sobre a temática. De maneira geral, tais escritos acabam focando em uma IES ou núcleo específico, sendo muitas vezes classificados como estudos de caso ou similares.

Ao delimitarmos nosso olhar à Licenciatura em Matemática, a qual suscita diversas discussões como exemplo do lugar ocupado pelas disciplinas diretamente ligadas à formação docente, não é diferente. Podemos encontrar, nos diversos campos de busca, um relevante quantitativo de produções sobre o Pibid, apresentadas com os mais diversos objetivos e contribuições para a literatura em pesquisas na área de Educação Matemática.

Apesar disso e reconhecendo a ascensão das pesquisas na área da educação, não apenas em torno das políticas docentes, faz-se necessário destacar a complexa relação existente entre pesquisa e políticas educacionais e a cultura brasileira de gestão da educação, enfatizada por Gatti (2014). Em conformidade com essa autora, é bastante escasso o quantitativo de pesquisas que versam sobre a síntese de conhecimentos produzidos acerca de temas educacionais e que tenham linguagem acessível a um público diverso, desde gestores educacionais e professores até a mídia e associação de pais. Para além disso, verifica-se uma limitação no que diz respeito ao interesse e possibilidades dos propositores e executores de políticas em se informar com base na pesquisa educacional.

Sem dúvidas, a complexidade existente entre a pesquisa e a política educacional é um ponto relevante para posterior discussão e reflexão. Entretanto, enfatizamos que o posicionamento apresentado pela autora supracitada não tem o intuito de tirar o prestígio das pesquisas que vem sendo desenvolvidas, visto que, quando bem estruturadas em aspectos teóricos e metodológicos, podem produzir resultados significativos. Para nós, é no “chão do Pibid”, pisado por cada sujeito integrante, que se constituem os verdadeiros significados propostos nos objetivos da iniciativa. Dessa forma, entendemos que o real sucesso do programa e de outras políticas educacionais nascem da verdadeira escuta dos envolvidos no processo.

Nesse sentido, objetivamos apresentar um panorama de estudos que tratam das potencialidades do Pibid na formação inicial de professores de matemática, produzidos no âmbito dos programas nacionais de pós-graduação *stricto sensu* entre os anos de 2011 e 2021. Vale enfatizar que, com isso, não estamos buscando resolver

o problema apontado por Gatti (2014), dada a complexidade de se realizar uma síntese completa de conhecimentos acerca da temática em questão.

Tal investigação é parte de uma dissertação de mestrado com previsão de término em fevereiro de 2022, sob a mesma autoria deste artigo e orientação da segunda autora que o assina. Para melhor situar o leitor, o trabalho em questão encontra-se estruturado em quatro subseções, além desta introdutória e das ideias conclusivas. Na primeira, teceremos comentários acerca de alguns trabalhos de mapeamento análogos ao levantamento que estamos propondo. Na segunda seção, trataremos da composição do *corpus* da pesquisa e abordagem metodológica. Na terceira parte, situaremos o leitor quanto aos aspectos físicos da pesquisa. Já na quarta, buscaremos apresentar os trabalhos mapeados sob um olhar minucioso, dividindo-os em contextos focais e tecendo comentários acerca dos seus aspectos teóricos e metodológicos.

Alguns estudos correlatos

Em consonância com a expansão de trabalhos que tomam o Pibid enquanto objeto de estudo, encontramos produções acadêmicas que têm como enfoque o mapeamento de pesquisas pertencentes a esse *lócus*. Vale salientar que cada um deles possui características próprias, desenhadas a partir do objetivo e olhar singular de cada pesquisador. Além dos mapeamentos publicados de forma independente em revistas ou eventos, analogamente a nossa, muitas dissertações ou teses também apresentam levantamentos de pesquisa com esse caráter.

Portanto, tão relevante quanto desenvolver nossa busca é reconhecer a existência de estudos correlatos a essa proposta. Dessa forma, antes de apresentarmos nosso levantamento, descreveremos, resumidamente, três mapeamentos que abrangem o Pibid, sendo dois deles pertencentes a dissertações encontrados em nossa busca.

O primeiro mapeamento que escolhemos destacar é um artigo publicado na revista *Teoria e Prática da Educação*, em junho de 2021. As autoras da pesquisa, Juliana Bruns e Rita Rausch, objetivaram analisar o que as teses que investigaram o Pibid, no período de 2010 a 2019, disponíveis na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Capes dizem sobre a formação de professores no país. Ao considerarem o diálogo com a temática, as pesquisadoras utilizaram como referencial teórico as contribuições de autores como Gatti e Nóvoa. Assim, diante do objetivo proposto, foram analisadas 84 teses, as quais evidenciaram as contribuições do Pibid para a



formação inicial e continuada de professores no país. Conclui-se que mesmo diante de algumas fragilidades, o programa se apresenta como importante iniciativa para o fortalecimento das licenciaturas e aproximação entre educação básica e educação superior (BRUNS e RAUSCH, 2021).

De maneira análoga ao trabalho dessas autoras, a busca feita por Vicente (2016) também envolvia o Pibid como um todo, sem focar em uma área específica. Entretanto, enquanto Bruns e Rausch (2021) tinham como foco as teses que investigavam o Pibid, esse pesquisador realizou um levantamento sobre os resumos que abordavam a temática do programa em questão, apresentados no XVII Endipe – Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, no ano de 2014. Tal busca deu-se em continuidade a uma investigação já existente sobre os resumos que abordavam a mesma temática no XVI Endipe, referente ao ano de 2012.

Após a verificação dos trabalhos disponíveis, foram selecionados 71 resumos que atendiam ao objetivo proposto. De posse dessas produções, percebeu-se, entre outros aspectos, que havia uma grande diversidade de contextos nos mais diversos subprojetos dos cursos de licenciaturas. Além disso, constatou-se que o envolvimento dos licenciandos, professores do ensino superior e professores da educação básica em ações coletivas favorecia o compartilhamento de saberes/conhecimentos de situações da profissão, sob pontos de vistas distintos (VICENTE, 2016).

Por fim, destacamos o mapeamento realizado por Conceição (2019), o qual se distancia dos dois apresentados anteriormente ao passo que, além de buscar tanto por teses quanto dissertações, diz respeito ao Pibid em um contexto específico: o da área de Matemática. Dessa forma, com o objetivo de identificar trabalhos sobre formação inicial ou continuada e Pibid, bem como Pibid e Relação com o Saber, a autora obteve 22 pesquisas, sendo 16 dissertações de mestrado e 06 teses de doutorado, produzidas no período de 2012 a 2017 e publicadas no banco de dados da Capes.

Como resultado do levantamento, verificou-se que as práticas desenvolvidas em contextos do Pibid-Matemática repercutiam na formação inicial dos pibidianos, na valorização do magistério e nas práticas dos professores supervisores, que acabavam vivenciando uma formação continuada. Nesse contexto, os estudos revelaram que o programa proporcionou aos licenciandos a inserção na realidade escolar, vivenciando práticas educativas e desafios enfrentados pela profissão docente (CONCEIÇÃO, 2019).

Mesmo cientes da existência de mapeamentos com ênfase no Pibid, inclusive com propostas semelhantes a nossa, como o trabalho realizado por Conceição

(2019) em sua dissertação, vivenciar este exercício, foi de extrema importância para nossa pesquisa de mestrado. Fazer levantamento de diferentes trabalhos, nos fez refletir sobre a diversidade de temas nos estudos localizados. Para além desses já existentes, nosso mapeamento ainda se diferencia por ser uma busca mais específica, considerando, apenas, o Pibid na formação inicial de professores de Matemática, com variações no intervalo de tempo e escolha das plataformas, conforme discutiremos a seguir.

Constituição do *corpus* e abordagem metodológica

Com vistas ao objetivo proposto, nos dedicamos a realizar uma busca por teses e dissertações que versam sobre as potencialidades do Pibid no âmbito da formação inicial de professores de Matemática. Para tanto, delimitamos como marco temporal o período compreendido entre os anos de 2011 e 2021 e selecionamos como campo de busca os seguintes bancos de dados: Catálogo de Teses e Dissertações da Capes e a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD). Ademais, com o intuito de filtrarmos ainda mais as pesquisas que se aproximavam do nosso interesse, realizamos três buscas distintas, utilizando combinações das seguintes palavras-chave: PIBID; Formação inicial; Matemática; e Licenciatura em Matemática. Essas palavras também fazem referência ao objetivo proposto.

Inicialmente, combinamos os descritores: *PIBID AND Formação inicial AND Matemática* e, embora tenhamos obtido um resultado considerável de estudos, percebemos uma predominância de trabalhos com ênfase em outras áreas, sobretudo Física, Química e Biologia. Com isso, das 152 produções encontradas nessa primeira busca, apenas 26 corresponderam às nossas expectativas.

Diante dessa resposta, optamos por substituir a palavra Matemática por Licenciatura em Matemática, formando um novo agrupamento e delimitando ainda mais nossa busca. Desse agrupamento, realizamos mais duas sondagens, a primeira partindo da combinação destas três palavras: *PIBID AND Formação inicial AND Licenciatura em Matemática* e a segunda considerando, apenas, *PIBID AND Licenciatura em Matemática*. Ao desconsiderarmos a duplicidade de alguns títulos, essas duas novas buscas nos forneceram mais 14 pesquisas, totalizando 40 publicações.

Por se tratar de uma busca minuciosa, não foi possível realizá-la por completo em um único momento. Em vista disso, foi preciso nos atentarmos a repetir sempre



os mesmos descritores, conservando a grafia e diferenciação das letras em maiúsculas e minúsculas. Para organizar os trabalhos selecionados, registramos, em um documento, os dados principais de cada um deles – título, ano, estado, instituição, objetivo, aspectos teóricos e metodológicos e resultados – dos quais elaboramos quadro, tabela e gráficos que serão apresentados. Contudo, vale frisar que, além do tempo necessariamente investido para o levantamento dos estudos, alguns obstáculos fizeram parte desse percurso, os quais destacamos: a indisponibilidade, em alguns momentos, de uma das páginas de busca; a falta de clareza de alguns resumos, quanto aos aspectos teóricos e metodológicos; e a divulgação não autorizada dos textos, na íntegra, de algumas pesquisas. Para sanarmos esse último obstáculo, conseguimos contato, via e-mail e outras redes sociais com a autora de uma delas, para que pudéssemos acrescentar a respectiva pesquisa.

Portanto, de acordo com nossas escolhas metodológicas e em consonância ao exposto por Fiorentini, Passos e Lima (2016), podemos afirmar que este estudo se trata de um mapeamento de pesquisa. Segundo esses autores, os trabalhos com esse caráter configuram-se como um processo sistêmico de obtenção e descrição de dados acerca de pesquisas pertencentes a um determinado campo específico de estudo, considerando espaço e período de tempo pré-determinados. Tais informações abrangem tanto aspectos físicos, como por exemplo onde, quando e quantos trabalhos foram produzidos nos âmbitos teórico-metodológicos.

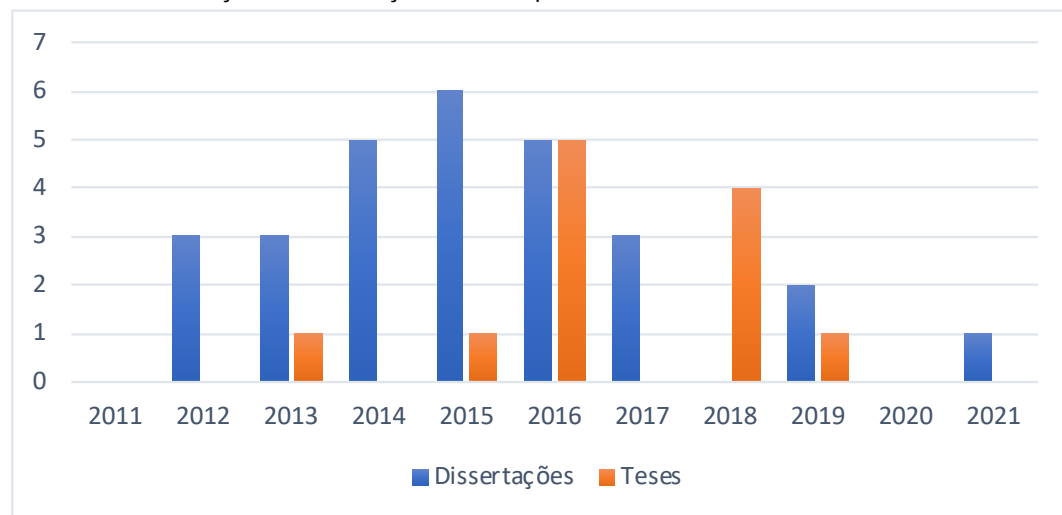
Assim, de acordo ao que salientamos anteriormente, nas próximas seções, apresentaremos um panorama dos trabalhos mapeados, enfatizando tais questões.

O Pibid-Matemática: aspectos físicos das pesquisas mapeadas

Frente a esse processo de instituição do *corpus* do mapeamento, essencialmente formado por pesquisas acadêmicas relacionadas ao objetivo proposto, obtivemos um total de 40 trabalhos, sendo 28 dissertações de mestrado e 12 teses de doutorado. Das 28 dissertações identificadas, tem-se que três são de Mestrado Profissional. Ainda em relação aos programas, observamos uma predominância de Pós-Graduação em Ensino e Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, enquanto que os de Educação Matemática apareceram em menor destaque.

Apesar do Pibid ter iniciado, efetivamente, em 2009, e termos delimitado nossa busca em um intervalo de dez anos (2011-2021), no Gráfico 1, é possível verificar que as produções mapeadas são datadas entre os anos de 2012 e 2019. Atribuímos o surgimento das primeiras publicações apenas no ano de 2012 ao fato dos estudos, em nível *stricto sensu*, precisarem de um período de dois anos para publicação, no caso de mestrado e quatro anos, sendo doutorado. Ao observarmos o intervalo de 2014 a 2017, é possível perceber uma concentração maior de trabalhos, o que pode ser justificado pela expansão e repercussão do programa ao longo dos anos. Para o ano 2019, é possível observar uma queda, a qual acreditamos ser justificada pelo período de incertezas e ameaça de finalização do programa que ocorreu em 2017. Por fim, conforme já mencionado, em 2018, foi lançado um novo edital do Pibid, com uma formatação um pouco diferente, sendo associado ao RP, instituído na época. Para nós, esse momento de transição pode ser responsável pela escassez de publicações sobre o tema nos últimos dois anos, sendo encontrada, no momento da busca, somente uma divulgação de 2021.

Gráfico 1: Distribuição de Dissertações e Teses por ano

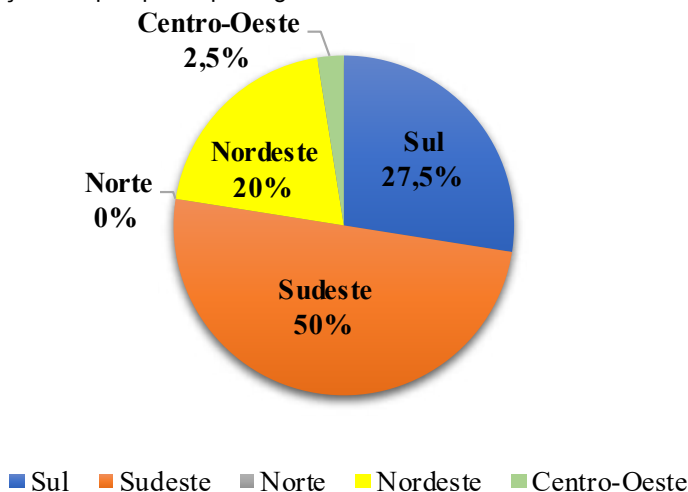


Fonte: Elaborado pela autora, a partir da BDTD e do catálogo de teses e dissertações da Capes (Maio. 2021)

Para além dessa quantificação por ano de publicação, também buscamos apresentar as pesquisas em relação à distribuição por regiões do país. Podemos observar, no Gráfico 2, que a região Sudeste lidera em maior produção, totalizando 50%. Em

seguida, tem-se a região Sul, com 27,5% e a Nordeste com 20%. A região Centro-oeste se apresenta com um menor quantitativo, sendo superior apenas à região Norte, na qual o número de produções é inexistente.

Gráfico 2: Distribuição das pesquisas por região



Fonte: Elaborado pela autora, a partir da BDTD e do catálogo de teses e dissertações da Capes (Maio. 2021)

A análise dessa distribuição regional nos chama atenção para uma limitação existente em relação aos cursos de Pós-Graduação, das mais diversas áreas da Capes: a centralização dos programas e cursos na região Sudeste do país (NARDIR, 2015). No que diz respeito às pesquisas com foco no professor que ensina Matemática¹, Fiorentini, Passos e Lima (2016) destacaram que a região Sudeste, à época, já era responsável por mais da metade da produção nacional. Ainda segundo esses autores, a região Sul teve uma importante participação na história do desenvolvimento da Educação Matemática no Brasil e tem contribuído com os estudos com ênfase nesses docentes.

Nesse viés salienta-se que, apesar de em uma menor quantidade, na região Nordeste, as pesquisas relacionadas à formação de professores de Matemática têm registrado, desde 2006, um crescimento no número de teses e dissertações. Não muito diferente do Centro-Oeste do país, cujas produções relacionadas a essa temática começaram a ser produzidas, principalmente, a partir de 2009. Por fim, é importante frisar que, apesar de não termos encontrado trabalhos alinhados ao nosso objetivo, a região Norte também possui produções com interesse nos professores que ensinam Matemática (FIORENTINI, PASSOS e LIMA, 2016).

Em busca de um melhor panorama desses estudos, decidimos, mais uma vez, quantificar as pesquisas de acordo com a distribuição geográfica, porém, de maneira ainda mais específica – a representatividade por estados. Além disso, também buscamos destacar as instituições de origem na Tabela a seguir.

Tabela 1: Distribuição de pesquisas por estados e instituições

Região	Estado	Instituição	Dissertações e teses		Pesquisas por estado	
			D	T	Quantidade	Percentual
Sudeste	São Paulo	UNIAN-SP		3	14	35%
		PUC-SP	1	2		
		UNESP	3			
		UFSCar	2			
		UNIMEP		1		
UMESP		1				
USP	1					
	Espírito Santo	IFES	2		2	5%
	Minas Gerais	UFU	1		2	5%
		UFSJ	1			
	Rio de Janeiro	UFF		1	2	5%
		UNESA	1			
Sul	Rio Grande do Sul	Unisc	1		8	20%
		Unisinos	1			
		UFSM	2			
		UFPeI	1			
		UFRGS	1			
ULBRA		1				
UFN		1				
	Paraná	UEL		1	2	5%
		UNIOESTE	1			
	Santa Catarina	FURB	1		1	2,5%
Nordeste	Rio Grande do Norte	UFRN	2	1	3	7,5%
	Bahia	UESC	1		2	5%
		UESB	1			
		Ceará	UECE	2		2
	Sergipe	UFS	1		1	2,5%
Centro-oeste	Goiás	UFG	1		1	2,5%
Total	12	28	28	12	40	100%

Fonte: Elaborado pela autora, a partir da BDTD e do catálogo de teses e dissertações da Capes (Maio. 2021)

Como podemos verificar, as regiões Sul e Sudeste são as únicas que possuem ao menos um trabalho por estado, abrangendo, portanto, todas as unidades federativas

que as compõe. Observa-se ainda que, para a maioria dos estados, o quantitativo de publicações varia de 2,5% a 7,5%, com exceção do Rio Grande do Sul, com 20% e São Paulo, em evidência com 35% das pesquisas mapeadas. Não é de se estranhar a posição ocupada por este último, dado o crescimento constante e destaque histórico no que diz respeito à pesquisa. Outro ponto de destaque é a escassez de teses em duas das regiões identificadas, sendo no Nordeste, apenas uma e a ausência no Centro-oeste.

Em se tratando das Instituições de Ensino Superior (IES) dispostas na Tabela, constatamos um número significativo de instituições, somando 28 de um total de 40 trabalhos mapeados, sendo que a grande maioria se apresenta com apenas um dos tipos de publicação, seja na categoria como dissertação ou tese. Entretanto, especialmente nas regiões Sudeste e Nordeste, foi possível observar algumas instituições com 02 ou 03 pesquisas publicadas.

Nesse sentido, tem-se em São Paulo: a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) com duas dissertações; a Universidade Anhanguera de São Paulo (UNIAN-SP) com três teses; a Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) com uma dissertação e uma tese; e, por fim, a Universidade Estadual Paulista (UNESP) com três dissertações. O Espírito Santo, apesar de ter aparecido somente com o Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), foram selecionadas duas dissertações referentes a essa IES. No Ceará, destacamos a Universidade Estadual do Ceará (UEC) com duas dissertações. Por fim, no Rio Grande do Norte, identificamos a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) com duas dissertações e uma tese. Ao voltarmos nosso olhar para as produções do nosso estado, Sergipe, encontramos um único trabalho, pertencente à Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Diante dessa caracterização, a seguir, buscaremos descrever sobre os contextos focais e aspectos teórico-metodológicos identificados nos estudos selecionados.

Contextos focais e os aspectos teóricos e metodológicos: as pesquisas sob um olhar mais detalhado

Dentro do exposto anteriormente, durante o processo de mapeamento e seleção das pesquisas sobre as potencialidades do Pibid na formação inicial de professores de matemática, buscamos registrar alguns elementos, dentre eles: objetivos, aspectos teóricos e metodológicos e principais resultados. Nesse processo, enquanto observávamos os objetivos, foram emergindo as seguintes inquietações: Quais temáticas

se apresentam com mais destaque nesses trabalhos? Em linhas gerais, o que esses estudos têm investigado nos últimos dez anos?

Para responder à questão inicial, buscamos distribuir as pesquisas em contextos focais sistematizados a partir das temáticas identificadas, principalmente, na leitura do resumo, palavras-chave, sumário e resultados. Vale salientar que o trabalho de mapeamento realizado por Conceição (2019) se aproxima do nosso em alguns pontos, dentre os quais destacamos as temáticas identificadas. Entretanto, enquanto essa autora organizou-as em doze contextos focais (categorias), nós determinamos apenas seis, os quais dialogam entre si. Assim, como é possível verificar no Quadro a seguir, condensamos diferentes temáticas em seis categorias, sendo identificados os trabalhos de dissertações e teses correspondentes a cada um deles.

Quadro 1: Sistematização dos contextos focais das pesquisas

Temáticas que sistematizam os contextos focais	Pesquisas		Total de pesquisas em percentual
	Dissertações	Teses	
Relação teoria e prática e a integração universidade e escola/ Identidade profissional	Andretti (2017); Cunha (2015); Conceição (2019); França (2016); Meira (2017); Neves (2014); Porto (2012); Vicente (2016); Vieira (2014)	Carvalho (2016); Almeida (2015); Souza (2018); Marques (2016); L. Santos (2019); Pucetti (2016)	37,5%
Saberes ou conhecimentos docentes e a aprendizagem da docência/ Professor reflexivo e desenvolvimento profissional	Abreu (2016); Correa (2013); Canteiro (2015); D. Silva (2014); Izá (2015); Nascimento (2016); Reisdorfer (2015); Tinti (2012); Viero (2021)	Prestes (2018); Mendonça (2016); Largo (2013)	30%
Formação inicial e continuada	Silva (2016); Cruz (2017); Silva (2019)	Souza (2016); Lima (2018)	12,5%
História Oral/ Narrativas escritas	Zaqueu (2014); Schaefer (2015); Cosmo (2015)		7,5%
5. Ensino e aprendizagem de matemática/ Planejamento de atividades e uso de recursos didáticos	E. Silva (2014) Pranke (2012)	Fonseca (2018)	7,5%
6. Espaço formativo e construção compartilhada de conhecimentos/ Comunidade de prática	Benites (2013); Moura (2013)		5%

Fonte: Elaborada pela autora (Maio, 2021), a partir a partir da BDTD, do catálogo de teses e dissertações da Capes e de Conceição (2019)

A partir desse Quadro, fica evidente a diversidade temática das produções mapeadas. Dispostas em ordem decrescente, a primeira categoria nos revela que 37,5% das pesquisas buscam investigar a relação teoria e prática proveniente da integração, proporcionada pelas ações do Pibid, entre universidade e escola. Ao serem inseridos no ambiente escolar, os pibidianos podem experimentar a prática docente, sendo muitas vezes o primeiro contato deles com o exercício da profissão. Dessa forma, os trabalhos ressaltados nessa categoria também refletem sobre os modos de pensar e agir produzidos por licenciandos em Matemática ao participarem do programa. Tal como a importância do contato direto com a educação básica, consequentemente com os futuros colegas de profissão, para a constituição da identidade profissional dos futuros professores.

De acordo com Pimenta (1996), a identidade profissional não é um dado imutável ou adquirido, mas um processo constitutivo do sujeito em um dado contexto histórico. Com isso, a construção da identidade dos professores se dá, dentre outras coisas, a partir da significação social atribuída à profissão e da revisão constante desses significados, da investigação de práticas consagradas e do confronto entre teorias e práticas, bem como, do significado atribuído por cada professor e da rede de relações que ele estabelece com seus pares. Para tanto, a formação docente deve ocorrer de forma continuada e auxiliar na constituição dessa identidade, por meio da valorização do profissional reflexivo.

Podemos observar uma relação entre o primeiro foco e os dois subsequentes. As questões de pesquisa que remetem aos saberes docentes e à aprendizagem da docência, ao profissional reflexivo e ao desenvolvimento profissional constituem a segunda categoria, composta por 30% das produções. Alguns trabalhos atribuídos a esse grupo visam observar o processo de aprendizagem da docência por parte dos licenciandos em Matemática inseridos no Pibid. Nesse contexto, também buscam refletir questões como os saberes ou conhecimentos necessários ao exercício da profissão docente.

Segundo Tardif (2011, p. 36), os saberes docentes dizem respeito a “*um saber plural, formado pelo amálgama, mais ou menos coerente, de saberes oriundos da formação profissional e de saberes disciplinares, curriculares e experienciais*”. Em linhas gerais, os saberes profissionais são àqueles transmitidos pelas instituições de formação docente. Os saberes disciplinares (por exemplo, história, ciências, matemática etc.) emergem das tradições culturais e dos grupos sociais que produzem

os saberes. Os curriculares correspondem aos discursos, objetivos, conteúdos e métodos que estruturam os programas escolares que os docentes devem aprender a aplicar. Por fim, os saberes da experiência são aqueles provenientes da prática do professor, baseados em seu trabalho cotidiano, ou seja, brotam da experiência e são por ela validados.

Ainda em relação à segunda categoria, tem-se pesquisas relacionadas ao professor reflexivo e o processo de desenvolvimento profissional de licenciandos em Matemática, proporcionado pelas vivências no Pibid. Para Ponte (2014), o conceito de desenvolvimento profissional desloca a atenção do conhecimento do conteúdo a ser apropriado pelo professor para os processos de desenvolvimento desse sujeito, podendo ser definido como um movimento que acontece de dentro para fora, quando o docente reflete sua prática, interpreta e conduz a uma nova atuação. Ainda de acordo com esse autor, é importante combinar os processos de formação e o desenvolvimento profissional, visto que os ambientes formativos devem abandonar o modelo da racionalidade técnica, marcada pela lógica da transmissão de conhecimentos e favorecer a produção de saberes e reflexões sobre a prática, garantindo, com isso, o desenvolvimento profissional do professor. Assim, tal desenvolvimento deve ser permanente na trajetória docente, perpassando a formação inicial e continuando ao longo do exercício da profissão.

Em vista disso, evidencia-se a importância da formação contínua ou continuada dos professores, discussão que nos remete à categoria três. Ao apresentarmos esse foco, objetivamos destacar que, apesar de termos direcionado nossa busca às pesquisas sobre o Pibid e a formação inicial, 12,5% dos trabalhos mapeados também deram ênfase aos aspectos relacionados à formação continuada dos professores do ensino superior (coordenadores de área) e dos professores da educação básica (supervisores), reflexo do diálogo e da colaboração entre os atores envolvidos no programa. Com isso, esse programa pode ser considerado como uma via de mão dupla, a qual possibilita a articulação entre formação inicial e formação continuada, estando de acordo com a Resolução CNE/CP Nº 2, de 20 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019).

O quarto contexto focal originou-se do diferencial metodológico de coleta e análise dos dados de três dos trabalhos que estamos discutindo, totalizando 7,5%. Com o intuito de identificar aspectos relativos à participação dos licenciandos nesse programa, os autores se apoiaram em narrativas e produções autobiográficas produzidas



pelos sujeitos em iniciação à docência, sendo duas delas analisadas com base nos pressupostos da História Oral como metodologia de pesquisa. Vale frisar que essas pesquisas também dialogaram com questões como a parceria entre universidade e escola, o incentivo à carreira docente e o aprendizado da docência. Portanto, apesar de atribuímos um agrupamento específico para essas produções, podemos afirmar que elas perpassam entre as demais temáticas identificadas.

Com o mesmo percentual, a categoria cinco engloba as pesquisas que têm como foco o processo de ensino e aprendizagem dos objetos de conhecimento matemático e o planejamento de atividades e usos de recursos didáticos, como exemplo das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). De maneira geral, essas investigações atentam para a importância de diversificar as estratégias metodológicas e do exercício de planejar, executar e avaliar o que foi pensado, assim como, para a necessidade de se aprender para ensinar. O que corrobora com Lorenzato (2006), ao afirmar que ninguém consegue ensinar o que não sabe.

Para a sexta categoria, que também totaliza 5% dos trabalhos mapeados, selecionamos aqueles que buscaram compreender o espaço de formação proporcionado pelo Pibid, caracterizado pela parceria entre universidade e escola e a construção compartilhada de conhecimento. Nesse sentido, há de se considerar que essa categoria poderia ser diluída em agrupamentos já mencionados. Entretanto, optamos por destacá-la, visto que os estudos apresentam indícios de aproximação do espaço de formação proporcionado pelo programa com o conceito de comunidade de prática, sendo a busca por essa aproximação o objetivo de um deles. De acordo com Rodrigues, Silva e Miskulin (2017), tal conceito foi apresentado pelo teórico Etienne Wenger e Jean Lave, podendo ser definido como um grupo de pessoas que compartilham os mesmos interesses e objetivos, cujas experiências individuais se engajam em um processo conjunto de aprendizagem.

Diante dessa breve explanação acerca dos contextos focais identificados, encontramos resposta para o segundo questionamento apresentado no início deste tópico. Assim, podemos afirmar que, em linhas gerais, esses estudos têm buscado investigar os impactos do Pibid para a formação inicial de licenciandos em Matemática. Para isso, os pesquisadores apontam diversas temáticas e traçam diferentes objetivos, os quais buscamos sintetizar da seguinte forma: compreender os espaços de formação proporcionado pelo programa e as contribuições propiciadas aos envolvidos, com destaque para os pibidianos; descrever e analisar práticas de iniciação à docência,

além de analisar como se dá a construção de saberes da experiência docente; analisar o processo de desenvolvimento profissional dos licenciandos ao serem inseridos no contexto do Pibid; compreender os significados atribuídos por ex-bolsistas e como eles aplicam, na prática escolar, os conhecimentos adquiridos no programa; verificar as contribuições resultantes da parceria universidade e escola e os modos de interação entre os participantes.

Após os objetivos, também analisamos os aspectos teóricos das pesquisas. Nesse movimento, foram identificadas algumas temáticas de fundamentação, a saber: formação de professores no Brasil; saberes/conhecimentos docente e aprendizagem docente; desenvolvimento profissional; ensino de matemática; relação com o saber e sistema didático. Dentre essas temáticas, percebemos um elevado quantitativo de discussões relacionados à formação de professores no Brasil, com ênfase nos estudos de Gatti, Pimenta e Fiorentini, o que já era esperado, visto que os dois primeiros são destaque nos estudos sobre formação de professores e o terceiro evidencia-se sobre essa temática na área da Educação Matemática.

Verificamos que boa parte desses fundamentos foram produzidos nos primeiros anos do século XXI, sendo os da década de 1990 apresentados em menor quantidade, fato que pode ser atribuído ao crescente aumento no número de pesquisas sobre formação de professores, principalmente, a partir do final do século passado (mais especificamente final dos anos noventa). Por fim, ainda em relação aos aspectos teóricos, identificamos o uso de documentos oficiais como a LDB, o Plano Nacional da Educação (PNE), as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica (DCN-Formação) e as portarias de editais da Capes referentes ao Pibid.

No que diz respeito aos aspectos metodológicos, constatamos que todos os trabalhos investigados são de abordagem qualitativa. Desse modo, com o intuito de atingir os objetivos propostos, os autores lançaram mão de alguns instrumentos de coleta de dados, com destaque para os questionários e/ou entrevistas semiestruturadas. Somado a esses recursos, mas em menor quantidade, também foram utilizados a observação direta ou participante, acompanhada do diário de bordo, assim como narrativas e análise documental de materiais do Pibid, por exemplo, os relatórios semestrais.

Quanto aos colaboradores das pesquisas, fica evidente que a maioria foram licenciandos de Matemática que à época estavam inseridos no programa. Em menor

destaque, notamos a participação de professores supervisores, coordenadores de área e ex-pibidianos, também em contextos do Pibid da área de Matemática. Nessa direção, é importante salientar que essas investigações aconteceram em diversos núcleos e subprojetos do Pibid-Matemática das IES brasileiras, sendo apenas identificada uma das pesquisas realizada em nível nacional.

Tomar conhecimento acerca dos aspectos apresentados, sejam eles físicos ou relacionados aos objetivos e escolhas teóricas e metodológicas, nos permitiu compreender melhor o contexto e as principais características dos estudos que tratam das potencialidades do Pibid na formação inicial de professores, desenvolvidos nos últimos dez anos. Mas, afinal, o que dizem essas pesquisas ou, em outras palavras, quais são os principais resultados apontados por elas?

Ao voltarmos nosso olhar aos principais resultados apresentados nos trabalhos, percebemos que, mesmo com objetivos e escolhas teórico-metodológicas distintos, havia uma convergência entre eles. Tal constatação já era imaginada, dada a proximidade dos contextos focais identificados e descritos anteriormente. Portanto, considerando o volume considerável de investigações e as aproximações entre os resultados, optamos por sintetizá-los, apresentando um apanhado geral.

As pesquisas mapeadas apontaram que a iniciação à docência de licenciandos de Matemática inseridos no contexto do Pibid favorecem à aproximação entre IES e a educação básica, que se encontram muitas vezes distantes entre si. Tal proximidade tem propiciado aos pibidianos retornarem ao cotidiano escolar não mais como alunos, construindo assim uma nova relação com essa instituição e, consequentemente, com os sujeitos que dela fazem parte. A oportunidade dos licenciandos experienciarem à docência também contribui com a articulação entre os saberes científico-específico e didático-pedagógico, aprendidos na academia, por meio da relação teoria e prática. Dessa forma, apresentam ampla contribuição sobre a prática docente, marcada pela busca da identidade profissional, exercício da autonomia e consciência da importância do planejamento, uso de metodologias e de se tornarem professores reflexivos.

Em linhas gerais, os resultados também apontaram o Pibid como um ambiente de formação continuada para os docentes, tanto supervisores quanto coordenadores de área que, em alguns casos, passam a rever suas práticas. Para além dessas potencialidades, também identificamos situações em que o programa contribuiu com o incentivo à carreira docente e permanência dos licenciandos no curso. Por fim,

é importante mencionar que algumas investigações apontaram para o incentivo à pesquisa, tanto no âmbito dos pibidianos como dos professores supervisores, por meio de produção e apresentação de trabalhos em eventos.

Contudo, apesar da posição de destaque entre as políticas educacionais, o programa também apresenta algumas limitações, as quais puderam ser identificadas em menor número nas pesquisas mapeadas. Dentre os entraves mencionados, enfatiza-se a necessidade de expansão do Pibid, para que possa atender um maior quantitativo de licenciandos, o que vai de encontro à redução no somatório de bolsas do programa, ocorrida nos últimos anos. Outro aspecto refere-se às limitações de materiais para o desenvolvimento de algumas atividades e despesas em congressos, bem como a infraestrutura insatisfatória de algumas escolas, como ausência ou inatividade de laboratórios de informática, dificultando o desenvolvimento de determinadas ações com eficiência.

Algumas ideias conclusivas

Neste artigo, objetivamos apresentar um panorama de estudos que tratam das potencialidades do Pibid na formação inicial de professores de matemática, produzidos no âmbito dos programas nacionais de pós-graduação *stricto sensu* entre os anos de 2011 e 2021. Para tanto, selecionamos as seguintes palavras-chave: PIBID; Formação inicial; Matemática e Licenciatura em Matemática, as quais foram combinadas durante as buscas no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes e a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD). A partir da nossa lente, chegamos ao total de 40 trabalhos, cujas informações principais constituíram os resultados e discussões aqui apresentadas.

O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid) tem como ênfase a potencialização da formação inicial de professores, destacando-se entre as iniciativas políticas de formação docente pensadas em nível nacional. Tal importância pode ser constatada nos inúmeros trabalhos que versam sobre o tema, desde artigos a investigações produzidas em nível de pós-graduação *stricto sensu*.

Em se tratando do caso específico do Pibid na área de Matemática não é diferente. Em linhas gerais, constatamos que o ambiente formativo proporcionado pelo Pibid favorece o desenvolvimento profissional dos envolvidos à medida que se



caracteriza pelo engajamento, participação e trabalho coletivo. Também se configura como uma oportunidade de articulação entre os saberes específicos da área e didático-pedagógicos, bem dos licenciandos experimentarem o ser docente, podendo contribuir, inclusive, com a permanência no curso.

Os resultados apresentados neste mapeamento apontam para abrangência e importância do Pibid, firmada ao longo dos anos, e nos permite compreender as razões da sua permanência, mesmo diante de mudanças no contexto político e econômico do país. Desse modo, ousamos afirmar que dada a sua dimensão, o Pibid poderia ser instituído como política de Estado, sem, no entanto, deixar de se pensar em possíveis melhorias para superar suas principais limitações.

Ao término dessa investigação, observamos que o produto descrito se aproxima daqueles identificados nos mapeamentos destacados no início desse estudo. Entretanto, ao ter em conta o levantamento de Conceição (2019), notamos que apesar da busca dela ter envolvido a formação continuada de professores de Matemática, nós encontramos um maior número de teses e dissertações. Acreditamos que esse acontecimento se deu em resposta às palavras-chave utilizadas, além do intervalo de tempo e das plataformas escolhidas.

Por fim, salientamos que, embora esta análise configure-se como uma pequena amostra frente ao quantitativo de pesquisas que versam sobre o PIBID na área de Matemática, o mapeamento nos forneceu informações acerca das produções realizadas em âmbito nacional nos mais diversos programas. De tal modo, foi possível inserirmos o trabalho de dissertação, do qual esta investigação faz parte, em um conjunto pré-existente de pesquisas afins. Além disso, esperamos que este mapeamento aguce a curiosidade de outros pesquisadores para que, a partir de novas lentes, possam ampliá-lo.

Ademais, destacamos a importância de se defender a permanência desse programa, visto que no atual contexto, estamos presenciando um novo momento de incertezas, demarcado pelo atraso nas bolsas dos envolvidos nesse espaço formativo.

Pibid and initial education for mathematics teachers: an overview of research conducted in the period 2011-2021

Abstract

The Institutional Program for Teaching Initiation Scholarship (Pibid) is a government policy that stands out among the initiatives for the initial training of teachers in Brazil. Its repercussion can be seen in the most diverse publications on the subject, such as theses and dissertations that deal with this initiative in the context of the Licenciature Degree in Mathematics. Thus, in this article, we aim to present an overview of studies that deal with the potential of Pibid in the initial training of mathematics teachers, produced within the scope of *stricto sensu* national graduate programs between the years 2011 and 2021. A search lens, characterized by the choice of four keywords, namely: PIBID; Initial formation; Mathematics and Degree in Mathematics, which were combined in two search platforms, Capes Theses and Dissertations Catalog and the Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD). According to the objective and methodological choices, such investigation concerns a research mapping. At the end of the investigation, it is concluded that the actions of Pibid in Licenciature Degrees in Mathematics have a positive impact on the initial training of undergraduates, contributing, among other things, to the constitution of the teaching identity and professional development of future teachers.

Keywords: Pibid; Initial formation; Degree in Mathematics.

Nota

- ¹ O termo professor que ensina Matemática inclui os docentes específicos da área, que lecionam nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio, e os pedagogos que atuam nos anos iniciais da educação básica.

Referências

- ABREU, I. S. M. **Entre a singularidade e a complexidade da construção de saberes docentes na formação inicial de professores de matemática no contexto do PIBID**. 2016. 164fls. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal de Goiás. Goiânia/GO, 2016.
- ALMEIDA, R. N. **Professor de matemática em início de carreira: contribuições do Pibid**. 2015. 198fls. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática). Universidade Anhanguera de São Paulo. São Paulo/SP, 2015.
- ANDRETTI, E. C. **As contribuições do PIBID/Unioeste na formação de professores: subprojetos de matemática de Cascavel e Foz do Iguaçu**. 2017. 129fls. Dissertação (Mestrado em Ensino). Universidade Estadual do Oeste Do Paraná. Foz do Iguaçu/PA, 2017.
- BENITES, V. C. **Formação de professores de matemática: dimensões presentes na relação PIBID e comunidade de prática**. 2013. 247fls. Dissertação (Pós-Graduação em Educação Matemática). Universidade estadual Paulista. Rio Claro/SP, 2013.



BRASIL. **Portaria normativa nº 38, de 12 de dezembro DE 2007.** Dispõe sobre o Programa de Bolsa Institucional de Iniciação à Docência – PIBID. Brasília: MEC/Capes, 2007a. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/portaria_pibid.pdf. Acesso em jul. de 2021.

CANTEIRO, D. C. S. **Impactos do programa institucional de bolsa de iniciação à docência (PIBID) na formação inicial de professores de matemática.** 2015. 109fls. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo/SP, 2015.

CARVALHO, M. P. **Um estudo da inserção de estudantes da licenciatura em matemática no contexto da escola pública:** contribuições do PIBID. 2016. 209fls. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Anhanguera de São Paulo. São Paulo/SP, 2016.

CORREA, A. C. **O PIBID na formação inicial do licenciando em matemática:** construção de saberes da experiência docente. 2013. 94fls. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências E Matemática). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Vitória/ES, 2013.

CONCEIÇÃO, E. B. O. **Singularidades e subjetividades de um grupo do PIBID na área de matemática:** contribuições para o processo de formação de identidade professoral. 2019. 187fls. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão/SE, 2019.

COSMO, T. **Escritas de licenciandos em matemática, quanto à docência no contexto do PIBID.** 2015. 187fls. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos/SP, 2015.

CRUZ, K. S. **O PIBID de matemática como espaço de formação inicial e continuada na UFRN/Natal.** 2017. 344fls. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de ciências Naturais e Matemática). Universidade Federal do Rio grande do Norte. Natal/RN, 2017.

CUNHA, M. M. **O PIBID sob a perspectiva de seus egressos:** estudo exploratório de uma política pública de formação de professores. 2015. 100fls. Dissertação (Mestrado Profissional em Planejamento e Políticas Públicas). Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza/CE, 2015.

FERNANDES, José Augusto Nunes. GUERRA, Renato Borges. Dimensão ecológica de um problema didático: praxeologia com matemática no ensino de limite em curso de engenharia. In: Saddo Ag Almouloud, Luiz Marcia SantosFarias e Afonso Henriques. (Org.). **Teoria antropológica do didático:** princípios e fundamentos. 1ed. Curitiba: CRV, 2018, v. 1, p. 505-522.

FONSECA, D. S. **Formação de professores de matemática e as tecnologias digitais da informação e comunicação no contexto do PIBID.** 2018. 209fls. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Anhanguera de São Paulo. São Paulo/SP, 2018.

FRANÇA, E. L. **Contribuições formativas do PIBID/Matemática:** identidade e saberes docentes. 2016. 130fls. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus/BA, 2016.

GATTI, B. A.; BARRETTO, E. S.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Políticas docentes no Brasil:** um estado da arte. Brasília: UNESCO, 2011.

GATTI, B. A.; BARRETTO, E. S. **Professores do Brasil:** impasses e desafios. Brasília: UNESCO, 2009.

GATTI, B. A. Formação inicial de professores para a educação básica: pesquisas e políticas educacionais. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 25, n. 57, p. 24-54, 2014.

FIORENTINI, D.; PASSOS, C. L. B.; LIMA, R. C. R. **Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina matemática**: período 2001 – 2012. Campinas, SP: FE/UNICAMP, 2016.

IZÁ, S. E. **Aprendizagem da docência**: um olhar para as práticas formativas desenvolvidas no contexto do Pibid – matemática/UFLA. 2015. 152fls. Dissertação (Mestrado em Processos Socioeducativos e Práticas Escolares). Universidade Federal de São João Del-Rei. São João Del Rei/MG, 2015.

LARGO, V. **O PIBID e as relações de saber na formação inicial de professores de matemática**. 2013. 222fls. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, Londrina, 2013.

LIMA, F. J. **Desenvolvimento profissional docente e modos de interação no planejamento das atividades do PIBID/Matemática**. 2018. 149fls. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação). Faculdade de Ciências Humanas da Universidade Metodista de Piracicaba. Piracicaba/SP, 2018.

MARQUES, E. I. S. **A Construção do trabalho docente na articulação teoria e prática**: a experiência do PIBID. 2016. 162fls. Tese (Doutorado em Educação: Currículo). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo/SP, 2016.

MEIRA, M. C. A. **A construção da prática pedagógica dos licenciandos em matemática no contexto do Pibid-Uesb de Vitória da Conquista-Bahia**. 2017. 138fls. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista/BA, 2017.

MENDONÇA, S. R. P. **Representação social sobre o ensino de matemática de licenciandos vinculados ao PIBID**: dinâmica de formação. 2016. 296fls. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal/RN, 2016.

MOURA, E. M. **O programa institucional de bolsa de iniciação à docência - PIBID na formação inicial de professores de matemática**. 2013. 198fls. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia/MG, 2013.

NARDI, R. A pesquisa em ensino de ciências e matemática no Brasil. **Ciência & Educação**. Bauru São Paulo: Editorial, 2015.

NASCIMENTO, F. J. **Professores de matemática iniciantes**: um estudo sobre seu desenvolvimento profissional. 2016. 135fls. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza/CE, 2016.

NEVES, R. M. S. **Práticas de iniciação à docência**: um estudo no PIBID/IFPI/matemática. 2014. 112fls. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade do Vale do Rio Dos Sinos. São Leopoldo/RS, 2014.

PIMENTA, S. G. Formação de professores - Saberes da docência e identidade do professor. **Revista da Faculdade de Educação**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 72- 89, 1996.

PONTE, J. P. Formação do professor de Matemática: Perspectivas atuais. In: PONTE, J. P. (org.). **Práticas profissionais dos professores de matemática**. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, p. 343-360, 2014.

PORTO, R. T. **Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência**: ensinar e aprender matemática. 2012. 92fls. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências). Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande/RS, 2012.

PRANKE, A. **Pibid/Ufpel**: oficinas pedagógicas que contribuíram para a autorregulação da aprendizagem e formação docente das bolsistas de matemática. 2012. 136fls. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Pelotas. Pelotas/RS, 2012.

PRESTES, R. F. **A formação de professores de matemática e o desenvolvimento de ações docentes**: um estudo com licenciandos, integrantes do PIBID. 2018. 255fls. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Luterana Brasil. Canoas/RS, 2018.

PUCETTI, S. **A formação do professor de matemática em interface com o PIBID – Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência**: as representações de licenciandos e supervisores. 2016. 260fls. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação). Universidade Metodista de São Paulo. São Bernardo Campo/SP, 2016.

REISDOERFER, C. **Sobre as ações do pibid/matemática na constituição de saberes docentes de ex-bolsistas desse programa na Universidade Federal de Santa Maria**. 2015. 208fls. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Ensino de Física). Universidade Federal De Santa Maria. Santa Maria/RS, 2015.

RODRIGUES, M. U; SILVA, L. D; MISKULIN, R. G. S. Conceito de comunidade de prática: um olhar para as pesquisas na área da educação e ensino no brasil. **Revista de Educação Matemática**, São Paulo, v.14, n.16, p.16-33, jan./jun. 2017.

SANTOS, L. M. M. **Contribuições do subprojeto PIBID/matemática/UFN**: percepções de egressos do programa. 2019. 196fls. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Franciscana. Santa Maria/RS, 2019.

SCHAEFER, C. **Experiências e narrativas**: um olhar para a formação de professores de matemática a partir do PIBID. 2015. 71fls. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade De Santa Cruz do Sul. Santa Cruz do Sul/RS, 2015.

SILVA, A. M. C. **Uma história do PIBID de matemática da Uern/Mossoró-RN (2009 – 2018)**: memórias em um documentário. 2019. 264fls. Dissertação (Programa Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal/RN, 2019.

SILVA, D. F. **Processo de iniciação à docência de professores de matemática**: olhares de egressos do PIBID/UFSCar. 2014. 162fls. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos/SP, 2014.

SILVA, E. C. **Ações e reflexões de licenciandos sobre o ensino-aprendizagem da álgebra no PIBID-Ifes**. 2014. 151fls. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Vitória/ES, 2014.

SILVA, M. M. C. **Integração universidade - escola**: contribuições do programa institucional de bolsa de iniciação à docência da UFF para a formação de professores de matemática. 2016. 177fls. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estácio de Sá. Rio de Janeiro/RJ, 2016.

SOUZA, F. S. **Política nacional de formação de professores**: análise da implementação do PIBID de matemática pela universidade federal fluminense no período de 2009 -2013. 2016. 347fls. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação). Universidade Federal Fluminense. Niterói/RJ, 2016.

SOUZA, M. A. S. **Pibid**: significados na formação inicial de professores de matemática. 2018. 207fls. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo/SP, 2018.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 12 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

TINTI, D. S. **PIBID**: um estudo sobre suas contribuições para o processo formativo de alunos de Licenciatura em Matemática. 2012. 146fls. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo/SP, 2012.

VICENTE, M. F. **Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência-Pibid – e a formação de professores**. 2016. 170fls. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Presidente Prudente/SP, 2016.

VIEIRA, A. C. **Um estudo sobre as contribuições do PIBID-FURB para a formação inicial de professores de matemática**. 2014. 99fls. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Universidade Regional de Blumenau. Blumenau/SC, 2014.

VIERO, V. L. **Curso de matemática licenciatura/Ufsm no período 2014 a 2019: uma análise a partir da perspectiva do desenvolvimento profissional no âmbito do PIBID**. 2021. 175fls. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Ensino de Física). Universidade Federal De Santa Maria. Santa Maria/RS, 2021.

ZAQUEU, A. C. M. **O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) na formação de professores de matemática - perspectivas de ex-bolsistas**. 2014. 269fls. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro/SP, 2014.



A ciência como filosofia e o ensino filosófico da ciência

Marcelo Doro*

Resumo

Este artigo recupera, como base uma pesquisa bibliográfica, as reflexões de Martin Heidegger sobre a ciência e a formação científica na Universidade de seu tempo. Em escritos das décadas de 1920 e 1930, o filósofo sustenta que a crescente especialização e instrumentalização técnico-metodológica das disciplinas científicas levou ao enrijecimento da ciência e de seu ensino, culminando com sua nulidade formativa. Como reação a esse diagnóstico, ele propõe a retomada da essência originária da ciência em sua erupção grega como filosofia. O questionamento mostra-se como traço determinante da ciência compreendida nessa perspectiva, enquanto postura fundamental diante do mundo e não mais como um conjunto de saberes acerca dele. A partir da recuperação dessas reflexões em torno da essência filosófica da ciência, o artigo pretende mostrar o que delas resulta como proposta para um ensino filosófico da ciência, mantendo-se nos limites de uma abordagem heideggeriana.

Palavras-chave: Ciência. Ensino. Heidegger. Questionamento. Formação.

* Doutor em Educação pela Universidade de Passo Fundo. Professor da Área de Ética e Conhecimento, do Curso de Filosofia e do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Passo Fundo, Brasil. E-mail: marcelodoro@upf.br

Temos de nos situar de novo sob o poder do começo de nossa existência histórica pelo espírito. Esse começo é a ruptura pela qual se inaugura a filosofia grega. Aí se edifica o ser humano ocidental: a partir da unidade de um povo, em virtude da sua língua, pela primeira vez voltado para o ente em seu todo, questiona-o e capta-o enquanto o ente que é. Toda ciência é filosofia, quer seja capaz de o saber, quer não. Toda ciência continua imbricada nesse começo da filosofia. É dele que extrai a força da sua essência, supondo que ela continua ainda à altura desse começo. (HEIDEGGER, 1997, p. 95)

Introdução

As ondas recentes de desinformação movimentadas por *fake News*, teorias da conspiração e negacionismos, reacenderam os debates em torno do ensino de ciências e de seu papel na formação de indivíduos e coletivos críticos. O cultivo da criticidade demanda mais do que informação de qualidade, que de qualquer forma é imprescindível, ela requer o desenvolvimento da capacidade de produzir aquilo que Lipman (2008, p. 169-185) definiu como *bons julgamentos*, a saber, pensamentos fundamentados em critérios, abertos à autocorreção e sensíveis ao contexto. Nutrir essa capacidade crítica é tarefa essencial da educação formal, nos diferentes níveis de ensino, sendo tarefa conjunta de todas as disciplinas. É legítimo, no entanto, que se espere do ensino de ciências uma contribuição destacada para esse fim.

Nesse sentido, o fracasso educacional em prevenir as ondas recentes de desinformação precisa ser interpretado, em partes, também (mas não só) como uma falha na formação científica que tem sido oferecida nas escolas e universidades. Como o problema não é, evidentemente, a ausência de disciplinas científicas nos currículos, resta perguntar pelo modo como o seu ensino está sendo conduzido e com que propósito. O debate, que se originou ainda no século passado, em torno da noção de *scientific literacy* – *alfabetização científica* ou, como defende Cunha (2017), *letramento científico* – insere-se nesse contexto e constitui o pano de fundo da discussão que propomos neste ensaio. Nosso objetivo não é dialogar diretamente com a literatura especializada sobre o ensino de ciências, mas agregar à discussão em voga uma perspectiva filosófica sobre o que é essencial à ciência e, como tal, deveria pautar seu ensino.

A base teórica será tomada do filósofo alemão Martin Heidegger (1889-1976), cujas reflexões em torno da ciência foram centrais em seu esforço de pensar as forças constitutivas da contemporaneidade. Dada a impossibilidade de cobrirmos, neste breve ensaio, os diferentes momentos de sua reflexão sobre o tema, concentramos



nossa investigação em escritos da década de 1920 e 1930.¹ Duas obras em especial são exploradas pela pesquisa bibliográfica que ancora as reflexões aqui apresentadas: o curso *Introdução à filosofia* e o conjunto de textos reunidos em *Escritos políticos*. Nelas podemos identificar uma crítica à crescente especialização da ciência e sua instrumentalização técnico-metodológica, que dispensam o questionamento radical sobre a realidade enquanto aquilo que se busca apreender de modo essencial. O diagnóstico de Heidegger é que uma ciência que se afasta do questionamento também se descola proporcionalmente da existência. Ele defenderá, em contrapartida, uma retomada do sentido originário da ciência como filosofia, ou seja, como postura questionadora que abre o mundo em perspectivas outras, de modo a viabilizar um reposicionamento liberador da existência humana, individual e coletiva. Nos escritos tomados como base para esta investigação, a ciência é celebrada como caminho privilegiado para a transformação da existência humana. Para que isso seja efetivado, no entanto, seu ensino não poderia se ater no repasse dos resultados do fazer científico. O filósofo argumenta que a ciência nunca se manifesta enquanto tal nos resultados, devendo, antes, ser ensinada e apreendida enquanto postura questionadora fundamental diante das coisas, diante do todo da realidade que nos cerca.

Para a clarificação das teses de Heidegger sobre a ciência e seu ensino, estruturamos a sequência deste ensaio em três partes. Na primeira, colocamos em foco o diagnóstico de Heidegger para a crise no ensino da ciência, em seu tempo, que, como se poderá constatar, ainda não foi de todo superada. Na segunda parte, concentramo-nos no entendimento de ciência que o filósofo resgata junto à origem da filosofia grega e que segundo ele precisa ser operacionalizada para o enfrentamento da crise diagnosticada. Por fim, na terceira parte, propomo-nos a explorar o vínculo desta concepção filosófica de ciência com uma ideia de formação e de ensino.

A crise no ensino da ciência

Antes de avançarmos, é importante ressaltar que o sentido de ciência, nos escritos de Heidegger, não coincide exatamente com o que entendemos por ciência em língua portuguesa. Para nós, o sentido predominante de ciência remete às disciplinas voltadas ao estudo da natureza, como a física, a química e a biologia, por exemplo. Em alemão, no entanto, o termo *Wissenschaft*, normalmente traduzido por ciência, tem conotação mais ampla, abarcando todo e qualquer estudo sistemático que tenha

sido formalizado em uma disciplina acadêmica. Assim, quando Heidegger denuncia a ossificação da ciência na Universidade, ele visa o conjunto amplo das disciplinas universitárias, que incluem desde a matemática até a teologia e a própria filosofia. Ainda assim, notamos que o contexto geral de suas considerações, e mesmo os exemplos que eventualmente apresenta, indicam que o filósofo está também orientando sua fala principalmente para as ciências naturais. Inclusive, para ele, a Física é o exemplo ontológico e epistemológico de ciência moderna (GLAZE BROOK, 2021, p. 657).

Entre 1909 e 1913, Heidegger frequentou como estudante a Universidade de Freiburg, onde realizou estudos em ciências naturais paralelamente aos estudos de teologia e, principalmente, de filosofia. Mais de quinze anos depois, em 1928, já como professor catedrático dessa mesma universidade, ele fala sobre o que sua geração experimentou enquanto estudante.

Suspeitávamos a presença de uma paralisia no funcionamento da ciência acadêmica e, juntamente com essa paralisia, o advento de uma especialização que, por exemplo, não fazia esforços supremos de apropriação – o emprego de tais esforços pode ainda hoje ser salutar –, constituindo-se como uma especialização por detrás da qual se escondia uma impotência: a impotência de transmitir de uma maneira simples e em direta comunicação com a existência, o conteúdo ontológico primário e originário da ciência. (HEIDEGGER, 2009, p. 30)

Para vislumbrarmos melhor o que está em jogo nessa constatação de uma paralisia da ciência acadêmica, ou seja, no modo como a ciência era feita (ensinada e apreendida) no seio da Universidade, precisamos antecipar um aspecto da compreensão da ciência, relacionado ao tipo de mobilidade que, de acordo com o filósofo, é próprio à essência da ciência. Em sua obra prima, *Ser e tempo*, o filósofo escrevera que “o ‘movimento’ próprio das ciências se desenrola através da revisão mais ou menos radical e invisível para elas próprias dos seus conceitos fundamentais” (2005, p. 35). Isso justamente acaba bloqueado pela crescente especialização que traz consigo o enrijecimento técnico-metodológico que, por um lado, permite que se siga produzindo conhecimento em campos cada vez mais restritos e independentes e, por outro, se perca de vista os pressupostos fundamentais que embasam a prática científica da área e sua vinculação com o mundo humano. No limite, observa o filósofo em outra ocasião, há biólogos que já não tem e tampouco precisam ter qualquer relação (no sentido essencial e não sentimental) com a natureza viva para obter resultados de investigação e satisfazer assim as exigências do seu ramo de pesquisa e de seus progressos; há, ainda, acrescenta ele, historiadores de arte que, enquanto historia-

dores, já não tem quanto à obra de arte nenhuma relação medida pela verdade de uma experiência, isto é, sentida no coração de uma paixão (HEIDEGGER, 1997, p. 155-156). Tudo isso em função da precedência do método e de seu enrijecimento técnico, que operam no interior e a partir da própria ciência e que acabam por esvaziá-la enquanto postura questionadora diante do real (voltaremos a esse ponto no próximo tópico).

É possível ainda interpretar a paralisia no funcionamento da ciência de que fala Heidegger em direção àquilo que, anos mais tarde, Thomas Kuhn (1998) chamaria de ciência normal, isto é, o período estável de um paradigma científico em que as investigações se restringem aos domínios do quadro conceitual vigente, sem problematizá-lo. A ausência do tipo de questionamento que Heidegger reclama para a ciência constituiria, assim, o traço característico de uma ciência normalizada que se burocratizou em procedimentos técnicos, que as muitas especializações fazem avançar guiadas por interesses práticos, eclipsando muitas vezes aquele que segundo Heidegger seria o propósito originário da investigação científica, a saber, a busca pela verdade e, por meio dela, o reposicionamento dos indivíduos em seu mundo. Diferentemente da perspectiva de Kuhn, para quem as revoluções científicas surgem naturalmente a partir do esgotamento do paradigma vigente, Heidegger defende que as revoluções sejam continuamente provocadas por meio da problematização dos conceitos fundamentais que embasam as muitas disciplinas científicas.² Mas isso, precisamente, é o que ele não pôde testemunhar no modo como as ciências eram conduzidas em seu tempo de estudante e depois, quando já atuava como professor.

O ônus principal dessa ciência “normalizada” – para mantermos a terminologia de Kuhn – é que, não obstante sua alta produtividade em termos de acúmulo de conhecimento, ela não viabiliza a apropriação da postura científica do questionamento radical que Heidegger considera imprescindível à formação crítica dos indivíduos.

A essa paralisia e a essa busca de especialização no funcionamento da ciência acadêmica veio se aliar algo mais que só podíamos pressentir e expressar de maneira obscura: não podia permanecer velado por mais tempo que, em meio aos progressos das ciências particulares, a conexão entre as ciências e seu conteúdo, por um lado, e um vivo ideal de formação efetiva, por outro, tinha se rompido, e que essa ruptura só permanecia encoberta de maneira artificial. (HEIDEGGER, 2009, p. 30)

Instrumentalizar os indivíduos para o uso adequado dos conceitos e métodos de uma ciência, capacitando-os para a produção de novos conhecimentos, não ne-

cessariamente altera sua postura fundamental diante do mundo e da vida. Esse parece ser o ponto central da queixa de Heidegger: a ausência de impacto do fazer científico no auto cultivo das individualidades daqueles que se dedicam à ciência. Ou seja, a crise no ensino da ciência é uma crise de consequência formativa. Anteriormente, no mesmo curso, ao retomar o vínculo entre filosofia e *paideia*, o filósofo já havia assinalado seu entendimento da formação enquanto “*o compreender das possibilidades fundamentais [da existência humana] na totalidade*”, que precisa ser conquistado por meio de “*esforço particular e constante*” (HEIDEGGER, 2009, p. 24-25). Uma vez que ele entende a condição humana como um estar aberto ao mundo, caberia à educação formal lutar contra a tendência mundana de nivelamento das possibilidades existências que o mundo comporta. Nessa perspectiva, para que cada um possa cultivar autenticamente sua individualidade, é decisiva a conquista de um incremento qualitativo de compreensão do mundo, sem o qual os indivíduos permanecem invariavelmente presos aos padrões de comportamento e pensamento disponíveis em seu cotidiano mais imediato. Justamente para isso deveria contribuir a ciência, se sua paralisia problematizadora e sua progressiva especialização não a tivessem descolado da existência concreta.

Em suma, a paralisia reflexiva/questionadora da ciência, que, da perspectiva de Heidegger, acompanhava o ensino e a aprendizagem na universidade de seu tempo, conduzia à uma formação deficitária, do ponto de vista existencial, na medida em que a ciência especializada e automatizada em procedimentos técnicos já não poderia propiciar uma abertura privilegiada do mundo e do lugar em que cada um se encontra nele, de modo a impactar os projetos de vida individuais. O resultado (que sem esforço vemos aos montes ainda hoje em nosso entorno) são cientistas muito bem preparados para atuar em suas especializações, mas que, de resto, permanecem presos às visões rasteiras do cotidiano, reproduzindo até mesmo os preconceitos mais grotescos do senso comum. Dito de outro modo, o envolvimento com a ciência já não reflete em uma formação científica em sentido rigoroso, enquanto apropriação de uma postura crítica diante da realidade como um todo.

Avançando sua análise da crise no ensino da ciência na Universidade de seu tempo, Heidegger faz notar que, da forma como vinha sendo conduzida, não apenas a ciência deixa de ser efetiva para a formação individual de quem se ocupa diretamente com ela, como também passa a ser pouco claro de que modo “*os resultados da ciência e a própria formação científica devem ser transmitidos e incorporados ao*



plácido desenvolvimento de uma formação autêntica das comunidades humanas” (HEIDEGGER, 2009, p. 33). Que isso seja apresentado em tom de queixa revela a expectativa, em nada despropositada, de que a ciência, sendo uma das forças constituintes da época moderna, participe ativa e conscientemente da definição de nosso destino cultural. A falta de clareza em relação a esse ponto, ou seja, em relação ao papel da ciência no todo da cultura, tem alimentado esforços de popularização da ciência que são, em grande medida, na visão de Heidegger, um equívoco. Ele observa que a divulgação científica oferecida às massas, que do ponto de vista social é necessária, sempre que não partir das próprias ciências, torna-se pretexto e ocasião para se tirar vantagens. Assim, conclui que toda instrução científica que não viabiliza o aprendizado da ciência desde seu interior, atendo-se por exemplo na propagação de seus resultados, estará a serviço de uma incompreensão da ciência enquanto tal e, nesse sentido, será um mal.³

Por mais que possa ser pautada por motivos sérios, toda popularização da ciência é uma agressão contra a essência da ciência. Isso se dá, uma vez que toda popularização desconhece o fato de a ciência não poder ser equiparada a seus resultados, que são então continuamente transmitidos de mão em mão em uma apresentação qualquer. Essa equiparação não deve ser rejeitada simplesmente porque a ciência, no assim chamado progresso científico, sempre vai além de seus resultados, mas porque ela realmente nunca se manifesta como ciência nos resultados. Popularização não constitui apenas necessário nivelamento da ciência, mas também desvalorização interna dela. A popularização choca-se contra a essência da ciência porque o essencial da ciência não reside no que é meramente transmissível, no que pode ser passado de mão em mão, mas no que é sempre apropriado novamente. (HEIDEGGER, 2009, p. 34-35)

Obviamente que Heidegger não está dizendo que é ruim divulgar o conhecimento científico, senão que a popularização da ciência que se faz pelo repasse de seus resultados deixa pelo caminho o que é o mais importante do fazer científico: uma postura diante das coisas e da realidade como um todo, que tem a ver com a paixão pelo perguntar, com o entusiasmo pelo descobrir, com o compromisso de prestar contas, de demonstrar e de fundamentar. Essa posição fundamental do fazer científico é que, no seu entender, poderia constituir uma orientação efetiva para a formação das comunidades humanas. Além disso, a disseminação dos resultados obtidos pelas ciências, quando não vem acompanhada de uma apropriação reflexiva dos fundamentos de tal conhecimento, pode favorecer aquele tipo raso de discurso que é passado adiante sem a devida compreensão de seu significado.⁴ É o que acontece quando por todo lado passa-se a reproduzir discursos sobre, por exemplo,

a física quântica, sem uma compreensão originária da coisa em questão, guiando-se inteiramente por chavões.

A transformação desse cenário científico e educacional demanda, no entendimento de Heidegger, um retorno à essência da ciência, assim como foi concebida em sua origem grega.

A essência filosófica da ciência

Começamos, aqui, com algumas considerações sobre o que a ciência não é. Ela não é, diz Heidegger (2009, p. 15), “*uma acumulação ou um amontoamento de saber que é ensinado e apreendido de maneira técnico-disciplinar*”; em vez disso, “pertence primeiramente ao conceito de ciência que ela seja investigação”. Como investigação a ciência está voltada para o futuro e isso, fundamentalmente, porque enquanto uma realização humana ela preserva nossa condição ontológica de orientação para possibilidades. Assim, concebida como investigação, a ciência é o esforço sempre contínuo de abertura de perspectivas para a manifestação do real em sua verdade.

A ciência não é, no entanto, o caminho primordial de abertura compreensiva do mundo. Ao pensar o ser humano com um ser já sempre situado no mundo, Heidegger consegue mostrar que já nos movimentamos desde sempre em uma compreensão operacional das coisas que nos vem ao encontro, no sentido de que elas já são imediatamente tomadas a partir de sua pertinência as nossas ocupações e preocupações cotidianas. O que a ciência oportuniza, sendo este o seu mérito formativo, é a projeção de uma perspectiva isenta de interesses mundanos que possa viabilizar a descoberta das coisas em si mesmas. Dito de outro modo, a ciência não descobre fatos novos, mas ela muda as questões propostas e o modo de ver, o que por sua vez possibilita uma mudança nos fatos, ou melhor, na compreensão dos fatos.

A ciência não é, por fim, um simples modo de comportamento, ao lado de outros tantos. Mais que isso, “*a ciência é uma possível postura fundamental da existência humana*”, uma forma de vida (HEIDEGGER, 2009, p. 178). O essencial dessa postura se mostra na conversão de uma existência pré-científica em uma existência científica. No tocante a compreensão das coisas, a existência pré-científica repousa amplamente sobre equívocos ingênuos, superstições, arbitrariedade e inadvertência, justamente porque fica presa as perspectivas oferecidas pelo cotidiano, atravessadas por todo tipo de influências e interesses práticos. A existência científica, por



outro lado, representa o esforço em desvelar as coisas em si mesmas e em vista do próprio desvelamento. Nesse sentido, pode-se dizer que *“ciência significa: ser no desvelamento do ente em virtude do desvelamento. [...] O que está em questão é a verdade [...] O que importa é deixar o ente ser o que e como ele é”* (HEIDEGGER, 2009, p. 192). A ciência assim compreendida torna-se uma posição fundamental na existência quando é expressamente assumida enquanto tarefa de permitir que as coisas obtenham a partir de si mesmas o seu direito e a sua voz.

Essa postura fundamental que caracteriza a ciência pode ser nomeada como *theoria*, no sentido grego de um interesse em manter-se próximo ao real e sob sua coação. A ciência, enquanto teoria, não era para os gregos nem um bem cultural, nem um simples meio para tornar consciente o que antes era inconsciente; ela era, antes, *“o poder que segura e envolve toda a existência”* (HEIDEGGER, 1997, p. 96). O traço principal da ciência em sua emergência grega, como filosofia, e que interessa sobretudo à Heidegger, é a postura questionadora frente ao real (ou ao ente na totalidade, se quisermos preservar a terminologia do filósofo): *“A ciência é o firmar-se no questionamento em meio do ente no seu todo, o qual constantemente se encobre”* (HEIDEGGER, 1997, p. 96).

Isso que a ciência foi em sua origem não é algo que ficou no passado, algo que está atrás de nós. Ao contrário, Heidegger sustenta que o início filosófico-questionador da ciência se mantém a nossa frente como horizonte para o fazer científico. O início mostra-se como um destino a guiar, como uma referência balizadora, a grandeza futura da ciência. E, no entendimento do filósofo, apenas pelo resgate de sua grandeza originária é que a ciência pode se tornar, novamente, determinante para a nossa existência individual e coletiva contemporânea, retomando seu poder formativo. Do contrário, assegura Heidegger (1997, p. 97), *“ela continuará a ser uma ocorrência em que nos encontramos por acaso, ou então o conforto aprazível de uma ocupação sem perigo, a de contribuir para o simples progresso dos conhecimentos”*. Ele não está com isso, obviamente, negando o valor do conhecimento científico acumulado, senão reivindicando que esse conhecimento venha acompanhado de uma postura questionadora que possa abrir novas perspectivas para a compreensão do real e, conseqüentemente, para a projeção de nosso poder-ser no mundo.

Em um tempo em que, como sentenciou Nietzsche, “Deus está morto” e que, portanto, já não se pode contar com perspectivas metafísicas para a derivação de um dever-ser existencial, de supostas formas corretas de viver, é preciso que os

caminhos humanos sejam abertos pelo pensamento questionador em face da realidade histórica. Essa seria a tarefa suprema da ciência, por meio do qual ela se enraizaria na existência de indivíduos e grupos. Questionar, nesse sentido, para a ciência, *“não é já somente a fase superável que precede a resposta que não seria outra coisa do que o saber. Questionar, pelo contrário, torna-se em si mesmo a figura em que o saber culmina”* (HEIDEGGER, 1997, p. 97). A atitude questionadora do real e dos pressupostos de nossa relação com ele é precisamente o que Heidegger busca devolver à ciência a partir de sua vinculação originária com a filosofia.

Contrastando com um modelo de ciência que progride através do acúmulo de conhecimento, Heidegger defende uma ciência filosófica em sua postura, que se coloque ao lado da filosofia como promotora de ruptura e de perplexidade. Ele argumenta a favor da recuperação do poder de perturbação e inquietação da ciência, que pode ser provocado por meio da reflexão constante sobre os postulados assumidos por cada disciplina em suas investigações. O tipo de crise que tais reflexões podem despertar é o que, como já assinalamos, pode romper a paralisia das ciências colocando-as novamente em movimento, ou seja, fazendo com que alcancem novas e inovadoras perspectivas de abordagem do real. E o movimento das ciências, na medida em que transforma o horizonte compreensivo, impacta diretamente na existência de indivíduos e grupos, reativando assim o seu enraizamento existencial.

É pelo questionamento que a ciência pode desestabilizar a compreensão comum, rompendo com o que está posto e abrindo novos horizontes de possibilidades para o entendimento e a edificação do existir humano no mundo. Aqui temos o núcleo da resposta de Heidegger à ruptura por ele diagnosticada entre a ciência e a formação humana: no efeito desestabilizador que tem em relação aos conhecimentos e aos modos de vida vigentes, bem como na capacidade de abertura de novas possibilidades de compreensão e realização é que residem o valor e o poder do questionamento para que indivíduos e grupos assumam as rédeas de seu destino. Pois é no jogo das possibilidades que o destino se resolve; e poder abrir para si novas possibilidades é que constitui efetivamente a liberdade de escolha.

O questionamento do tipo filosófico que Heidegger reivindica para a ciência teria ainda o efeito de manter o foco das diversas e dispersar disciplinas científicas naqueles tópicos centrais que são também nucleares para estruturação da vida humana. Isso seria alcançado na medida em que, desafiadas a retomar seus fundamentos e sempre de novo pô-los em questão, as ciências precisariam se colocar



diante dos grandes temas aglutinadores da existência em sua historicidade, como natureza, povo, pensamento, finitude, técnica etc., religando-se, assim, ao mundo histórico daqueles que a promovem.

Questionar assim faz com que se quebrem o isolamento e a esclerose das ciências em disciplinas separadas, reúne-as a partir da sua dispersão sem limite e sem finalidade em campos e sectores dissociados, e expõe de novo a ciência imediatamente à fecundidade e aos benefícios de todas as potências configuradoras-de-mundo da existência humana e histórica, tais como: natureza, história, língua; povo, costumes, Estado; poesia, pensamento, fé; doença, loucura, morte; direito, economia, técnica. (HEIDEGGER, 1997, p. 97-98, tradução modificada)

Assim, ao recuperar a grandeza de sua origem enquanto postura questionadora, a ciência voltaria, enfim, a encontrar sua unidade na missão de renovar a compreensão do mundo de onde também se levanta como possibilidade criativa e transformadora.⁵

Ensino de ciências e formação científica

Neste momento, é importante retomarmos as teses nucleares dos tópicos anteriores, pois elas já guardam em si indicações importantes sobre o ensino de ciências.

Primeiro, vimos que Heidegger identifica uma crise no modo com a ciência vinha sendo conduzida na Universidade de seu tempo. O ensino e o aprendizado estavam ossificados, a ciência havia perdido sua mobilidade própria. A causa disso, segundo o filósofo, estaria na crescente especialização e a precedência do método e das técnicas de investigação, que tornavam a ciência sempre mais produtiva e mais engajada finalidades práticas, ao mesmo tempo em que diminuía sua capacidade reflexiva e sua importância para a transformação da existência. Essa crise é tomada pelo filósofo como expressão de uma descaracterização da ciência em seu traço essencial e, como tal, não pode ser remediada por meio do esforço de popularizar a ciência pela divulgação de seus resultados.

Depois, vimos que o filósofo busca recuperar a essência da ciência em sua origem grega, como filosofia. O traço determinante da ciência compreendida em seu aparecer originário, enquanto esforço para desvelar o real em vista do próprio desvelamento, é o questionamento. Questionar, para a ciência, não é o caminho para a conquista do saber, mas a culminância do saber. É pelo questionamento que a ciência desafia as coisas a se mostrarem projetando possibilidades compreensivas em direção a

elas. Nesse sentido é que a ciência é investigação, ela é aberta para o futuro, ela abre possibilidades. E nessa postura investigativa questionadora é que reside a veia formativa da ciência, enquanto força disruptiva, em relação ao que está posto, e propositora de novos caminhos para a projeção da existência individual e coletiva.

Os dois momentos revelam, na verdade, dois modelos de ensino da ciência. O primeiro, aquele da ciência em crise, podemos dizer que prepara as pessoas para produzirem conhecimento, fornecendo-lhes o saber técnico-metodológico para a continuidades das pesquisas nos nichos especializados das diferentes disciplinas. Podemos ter, aqui, o caso de profissionais da ciência competentes e produtivos em seus campos específicos de pesquisa, mas incapazes de uma postura científica em relação à realidade como um todo. Trata-se de um modelo de ensino que não garante uma formação científica enquanto uma postura existencial fundamental. O segundo modelo, aquele da ciência filosófica, visa a transformação da subjetividade daqueles que se ocupam com o fazer científico, pela formação de uma atitude investigativa e questionadora diante das coisas. Para que a formação científica nesse sentido estrito se torne efetiva, é preciso que o ensino assuma como diretrizes os traços essenciais da ciência como filosofia: a investigação e o questionamento. Como seria isso?

Por certo, a atitude que se deseja formar por meio do ensino de ciências não é algo que se possa simplesmente transmitir, da forma como transmitimos informações. Isso torna o ensino – e o aprendizado – uma tarefa mais difícil, sem dúvida, e exige algum grau de transformação. Heidegger estava consciente de que a concepção de ciência que ele pretendia resgatar demandaria também uma mudança na forma de ensinar.

O novo ensino – é disso que se trata – não significa acumular conhecimentos, mas significa, pelo contrário: fazer aprender e levar a aprender. Isso quer dizer: deixar-se ficar sob o desconhecido num saber que o compreende, tornar-se seguro no olhar que é preciso lançar sobre o essencial. (HEIDEGGER, 1997, p. 138)

Essa concepção de ensino, que não deixa de ser um tanto enigmática, parece reivindicar a realização daquele tipo de transformação pessoal que precisa partir do próprio indivíduo que aprende, no sentido de uma autoformação. Ensinar é fazer e permitir que algo ocorra com quem aprende. Ensinar parece demandar a criação de condições e desafios para que o estudante experimente e se adapte à posição do questionamento que abre a realidade histórica que é a sua para outras possibilidades de compreensão e realização. Nessa perspectiva, caberia ao professor, mais



que apresentar os resultados alcançados pela ciência ou treinar os estudantes na execução do método científico, colocá-los em contato com os problemas elementares que embasam cada disciplina e orientar a investigação por meio do questionamento. Porque isso demanda de quem ensina a experiência da investigação e do questionamento, bem como o aprendizado sobre o próprio ensinar no sentido do deixar e fazer aprender, Heidegger dirá que *“ensinar torna-se ainda mais difícil do que aprender”* (1964, p. 20, tradução nossa). Ele afirma isso em um curso, de 1952, cujo título é *O que significa pensar?*, deixando subentendido aquilo que para nós, hoje, já se tornou um lugar comum: que para ensinar é preciso apropriar-se primeiro daquele que é o objeto do ensino; que, por exemplo, ninguém ensina a investigar sem ser também um investigador.

Fazer aprender e levar a aprender significa, explica Heidegger, no trecho transcrito, deixar-se ficar sob o desconhecido num saber que compreende, ou seja, permitir o estranhamento do próprio mundo de modo que ele possa se mostrar sobre outras óticas por meio do questionamento, do pensamento. Da mesma forma que o sentido essencial da ciência advém de seu enraizamento no mundo existencial, também o ensino que se dá por intermédio dela, deve retirar seu sentido da interlocução com a realidade mais imediata em que atuam professores e estudantes.

Essa concepção de ensino e aprendizagem apresentada por Heidegger faz lembrar a concepção de “educação como prática da liberdade” de Paulo Freire (2013). Apesar de estarem situados em tradições teóricas diferentes, Martini (2005, p. 13) assegura que *“ambos se deram conta de que é preciso criar espaços de liberdade para aprender e que aprender significa aprender a pensar pelo próprio exercício do pensar e pela familiaridade com esse exercício”*. A autora acrescenta que tanto o “deixar aprender” de Heidegger quanto a “liberdade para aprender” de Freire requerem *“esforço próprio e orientação do professor, como alguém que está embarcando juntamente com o aluno no âmbito do pensamento”* (2005, p. 13), ou seja, ensinar é algo que se faz lado a lado com quem aprende. É preciso, no entanto, afastar o “romantismo” que pode tomar conta desse tipo de afirmação e ressaltar que o deixar aprender assim concebido não dispensa a instrução e, mesmo, a aquisição de informações elementares; tampouco, deve ser tomada como um processo espontâneo que dispensa o planejamento didático. Ao contrário, é preciso ter presente que o questionamento não se levanta no vácuo de informações e noções prévias, das quais, em verdade, depende a força do próprio questionar. Também a investigação,

posta em movimento pelo questionar, precisa ater-se a determinadas regras para que não extravie em indagações soltas e inconsequentes.⁶

A concepção de ensino apresentada por Heidegger, ao mesmo tempo em que traz um grande desafio para quem ensina, também prevê um papel de destaque importante para quem aprende. Para o sucesso da transformação no ensino, em favor do resgate da reflexividade científica, cabe aos estudantes a reivindicação de um ensino mais enraizado no mundo histórico e no contexto presente em que estão inseridos. Essa reivindicação precisa ser colocada, segundo Heidegger, na forma de questionamento aos professores. O filósofo exemplifica o tipo de questão que poderia ser formulada pelos estudantes para romper com a enrijecimento do ensino e favorecer a reflexão:

Como é que o estudante se põe ao serviço desta tarefa: impor a nova exigência de saber? Ele lança sua ofensiva e pergunta-nos: como é que manténs a tua relação com a natureza? Onde e como, no meio das investigações que fazes, a potência da natureza vem ao nosso encontro e aparece? O estudante lança sua ofensiva e pergunta-nos: Como é que manténs a tua relação com a filosofia de Kant? Não é verdade que o ‘chinhês de Königsberg’, ou melhor, a sua obra, ocasionou um abalo na existência do ser humano? Chegamos ainda a sentir o choque desse abalo?

O estudante lança sua ofensiva e pergunta-nos: como é que manténs a tua relação com o Estado? O nosso dever é simplesmente o de tomar conhecimento de todas as opiniões que até agora puderam ser proferidas “sobre” o Estado? É preciso que a realidade do nosso Estado seja velada por uma tela de conceitos atrofiados? Ou será que o teu questionamento nos instala diretamente no meio do campo de forças dessa realidade?

O estudante lança sua ofensiva e pergunta-nos: qual é, antes do mais, a vossa relação com os domínios das vossas ciências? Não são sectores que relevam de uma investigação especializada particularmente dirigida ou da aptidão para sintetizar toda a literatura respeitante um tema? Não é, pelo contrário, essa qualquer coisa ao longe, que vós próprios, por vezes de passagem, por vezes apenas fora de tempo, acrescentais para fazer saber qual é, a título privado, a vossa visão do mundo, e que é de facto o ponto de origem do essencial que nos coloca sob a sua constrição e que vos força a decidir? (HEIDEGGER, 1997, p. 122-123).

Nesta longa passagem, que contempla diferentes áreas do saber, como as ciências da natureza, a filosofia e a política, o filósofo ilustra o tipo de pergunta que tem em mente para o despertar da reflexão no meio acadêmico. Tratam-se de questões abertas que não comportam uma resposta simples e direta, questões que colocam em perspectiva a relação de quem ensina com o conhecimento e deste com a realidade histórica imediata. Enfim, são questões que buscam movimentar as bases do

conhecimento científico, abrindo flancos para novas formas de apreender o real e interagir com ele, o que, no fundo, é um exercício radical de liberdade, de abertura de possibilidades nas quais a existência pode se projetar.

Por fim, gostaríamos de registrar o parentesco dessa concepção de ensino de Heidegger com a noção clássica de formação, sobretudo no que diz respeito a busca da autonomia de pensamento, aos moldes do esclarecimento kantiano. Há uma preocupação central e evidente com o auto cultivo, com a possibilidade de, pelo ensino, criar condições para que os indivíduos transformem sua subjetividade e direcionem de forma autônoma e responsável sua existência e, indiretamente, o destino da coletividade. Essas são ideias modernas, em muitos aspectos, mas a principal influência atuando nelas é a grega. Como bem observou Sinclair (2013, p. 12), se a concepção de ensino de Heidegger em 1933-34 é revolucionária, é porque é uma recuperação revolucionária de ideias pedagógicas a tradição filosófica, em especial, de Platão. Quanto a isso, vale a pena resgatarmos uma passagem em que Heidegger faz uma leitura apropriativa da *paideia* platônica, afirmando que a ela corresponde o melhor possível a palavra alemã “*Bildung*” (formação), mas que é preciso devolver a essa palavra a sua força original de nomeação: “a ‘*paideia*’ não tem a sua essência em entulhar a alma despreparada com meros conhecimentos, como se faz com um recipiente vazio”; ao contrário, “a verdadeira formação apanha e transforma a própria alma na totalidade, alocando o homem antes de tudo em seu lugar essencial e com ele acostumando-o” (HEIDEGGER, 2008, p. 229).

Transformar a “alma” humana, isto é, aquilo que nos singulariza, que nos faz sermos quem somos; fazer isso situando-nos em nosso lugar essencial, ou seja, em nosso mundo histórico concreto, com suas limitações e possibilidades; de modo a nos acostumarmos a esse mundo, no sentido de nos prepararmos para o enfrentamento de suas mistérios e incertezas; tudo isso por meio da formação de uma atitude inquiridora, que desafia o real a se revelar em suas possibilidades; eis aqui a síntese do que Heidegger almejava como fim para a educação.

Conclusão

As ideias que apresentamos aqui foram lançadas há quase um século. No transcurso desse tempo, muito do que naquele tempo soou como novidade já se tornou consenso, emergindo por diferentes caminhos, e se difundiu entre pesquisadores

e educadores preocupados com a educação em geral e, mais pontualmente, com a educação científica. Há, no entanto, alguns aspectos pouco difundidos que ainda podem contribuir para impulsionar novas e distintas reflexões, que venham a somar para uma compreensão progressivamente mais rica do tema.

E por mais que as reflexões de Heidegger em torno da ciência e seu ensino tenham sido baseadas e direcionadas para a Universidade, cabendo melhor a esse âmbito, é possível extrair delas algumas orientações gerais pertinentes também à educação básica. Em graus distintos, é possível favorecer a formação da atitude investigativa nos estudantes desde os primeiros anos do ensino fundamental até o ensino superior. O mesmo também em relação à postura crítica, questionadora. Revisar os pressupostos teóricos das ciências, por outro lado, demanda uma apropriação da lógica interna das ciências que só se alcança, na dinâmica atual de nosso sistema educacional, no ensino superior.

Science as philosophy and the philosophical teaching of science

Abstract

This article recovers, based on a bibliographical research, Martin Heidegger's reflections on science and scientific training at the University contemporary to him. In writings from 1920s and 1930s, the philosopher argues that the growing specialization and technical-methodological instrumentalization of scientific disciplines has led to the stiffening of science and its teaching, culminating in its formative nullity. As a reaction to this diagnosis, he proposes the resumption of the original essence of science in its Greek eruption as philosophy. Questioning is shown as a determining feature of the science understood in this perspective as a fundamental attitude towards the world and no longer as a set of knowledge about it. From the recovery of these reflections on the philosophical essence of science, the article intends to show what results from them as a proposal for a philosophical teaching of science, within the limits of a Heideggerian approach.

Keywords: Science. Teaching. Heidegger. Questioning. Training.

Notas

- ¹ Para uma visão global do que se poderia chamar de filosofia da ciência heideggeriana, que toma como pano de fundo o tipo de contribuição que a filosofia tem a oferecer à ciência, recomendamos a leitura do ensaio de Rouse (2005); e para um apanhado da transformação na visão do filósofo sobre a ciência, naquelas que se convencionou chamar de as duas grandes fases de seu pensamento, indicamos uma consulta ao texto de Doro (2017).



- ² Heidegger discorda de Kuhn em um aspecto relevante: enquanto Kuhn aceita a ausência de questionamento ontológico nos períodos de ciência normal, Heidegger defende a presença ininterrupta do questionamento junto ao fazer científico (ROUSE, 2005, p. 177).
- ³ Porque esta colocação pode facilmente mal interpretada como indício de um elitismo científico e social, que visaria privar o povo do acesso à ciência, convém ressaltar que Heidegger pretende justamente o oposto: denunciar o oferecimento de uma semiformação científica ao povo, que não vai além da popularização do conhecimento científico, quando o que importa, para ele, é a capacitação para o fazer científico, no sentido de levantar questionamentos e levar adiante investigações rigorosas; apenas essa capacitação para o fazer científico poderia impactar a existência individual e coletiva, transformando a postura dos indivíduos diante da realidade, o restante seria mera “perfumaria”.
- ⁴ Em *Ser e tempo* (2005, p. 227-230), Heidegger designou de “falatório” a tendência de passar adiante o que se ouve e lê sem a devida compreensão daquilo mesmo que está em questão no discurso. O conhecimento científico está especialmente suscetível a esse tipo de discurso por contextualizar suas proposições no plano teórico, dispensando uma interação direta com as coisas. A falação torna-se problemática por favorecer um tipo de ambiguidade compreensiva que embaça as fronteiras entre aquilo que foi legitimamente conquistado e aquilo que não o foi. E, no interior da própria ciência, há o risco de os cientistas acabarem mais envolvidos com as cadeias de afirmações que permeiam sua área de investigação do que com as próprias coisas a serem compreendidas.
- ⁵ Esse é em linhas gerais o plano filosófico que parece ter embasado o projeto de transformação da Universidade que motivou a decisão de Heidegger de tornar-se reitor da universidade de Freiburg, entre 1933-1934, ao custo de um alinhamento com a política de Estado de Hitler. Esse fato sombrio de sua biografia ainda gera muita controvérsia. Por um lado, é negável a falha moral de Heidegger ao tomar parte com um movimento de contornos tão sórdidos, por outro, sua filosofia, que no essencial é refratária das ideias nazistas mais nefastas, traz contribuições em nada desprezíveis para meditarmos sobre nosso tempo. Como há uma vasta literatura sobre esse tópico, facilmente acessível aos interessados, nos dispensamos de avançar com essa discussão.
- ⁶ Os estudos sobre ensino de ciências por investigação, já bastante avançados, vem ao encontro dessa demanda. Pauletti e Moraes (2021) apresentam um balanço recente das publicações relativas a esse tema.

Referências

- CUNHA, Rodrigo Bastos. Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de *scientific literacy*. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 68, jan.-mar. 2017. Disponível em <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/cWsmkrWxxvcm9RFvvQB-Wm5s/?lang=pt>. Acesso em: 25 nov. 2022.
- DORO, Marcelo J. Heidegger e a Ciência. **Kalagatos – Revista de Filosofia** (Versão On-Line), v. 14, n. 1, p. 37-48, 2017. Disponível em <https://revistas.uece.br/index.php/kalagatos/article/view/6243/5022>. Acesso em: 27 nov. 2022.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.
- GLAZEBROOK, Trish. Science (*Wissenschaft*). In: WRATHALL, Mark A. (Ed.). **The Cambridge Heidegger Lexicon**. Cambridge: Cambridge University Press, 2021, p. 657-661.
- HEIDEGGER, Martin. **Escritos políticos**. Lisboa: Instituto Piaget, [1997].
- HEIDEGGER, Martin. **Introdução à filosofia**. Tradução de Marco Antônio Casanova. 2. ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009.
- HEIDEGGER, Martin. **Marcas do caminho**. Tradução de Enio Paulo Giachini e Ernildo Stein. Petrópolis: Vozes, 2008.

HEIDEGGER, Martin. **Ser e tempo, parte I**. Tradução de Márcia Sá Cavalcante Schuback. 14. ed. Petrópolis: Vozes, 2005.

KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. Trad. Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 1998.

LIPMAN, Mathew. **O pensar na educação**. Trad. Ann Mary Fighiera Perpétuo. 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

MARTINI, Rosa M. F. Paulo Freire e Heidegger: o essencial é deixar aprender. **Educação Unisinos**, São Leopoldo, v. 9, n. 1, p. 5-14, jan./abr. 2005. Disponível em <https://revistas.unisinos.br/index.php/educacao/article/view/6290>. Acesso em: 28 nov. 2022.

PAULETTI, Fabiana; MORAIS, Carla. Inquiry-Based Science Education: revisão de uma década de produções científicas. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 5, n. 1, 1 dez. 2021. Disponível em <http://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/12630/114116510>. Acesso em: 28 nov. 2022.

ROUSE, Joseph. Heidegger's Philosophy of Science. In: DREYFUS, Hubert L.; WRATHALL, Mark A. (Ed.). **A Companion to Heidegger**. Oxford: Blackwell Publishing, 2005, p. 173-189.

SINCLAIR, Mark. Heidegger, Von Humboldt and the Idea of the University. **Intellectual History Review** [online], vol. 23, n. 4, p. 499-515, dez. 2013. Disponível em <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17496977.2013.787843>. Acesso em: 13 maio 2022.



O Ensino de Ciências para a Educação de Jovens e Adultos em dez anos de Produção Científica – CAPES 2009-2019

Sirliane da Costa Viana*, France Fraiha-Martins**, Joyce Melo Mesquita***

Resumo

Esta pesquisa centra-se em analisar as produções científicas sobre o Ensino de Ciências para Educação de Jovens e Adultos (EJA) em uma das principais plataformas digitais de divulgação e socialização de pesquisas brasileiras e de grande visibilidade acadêmica. A pesquisa explorou os dados publicados na plataforma da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) no período de 2009 a 2019. A CAPES é uma fonte de pesquisa que apresenta importantes representantes da produção científica em educação no Brasil, em especial, as pesquisas de pós-graduação. A pesquisa *apontou um interesse pela contextualização de conteúdo específicos de química, física ou biologia, bem como com aspectos relacionados ao desenvolvimento da leitura em contextos interdisciplinares com essas áreas*. Indicam também *foco de interesse na utilização e benefícios das tecnologias digitais de informação e comunicação na sala de aula*. Há uma *preocupação considerada com a fala e as representações sociais e culturais do sujeito aluno nessas pesquisas*. O levantamento das produções na plataforma da CAPES ratifica a necessidade e relevância de se continuar a desenvolver mais pesquisas que explorem sobre o Ensino de Ciências na EJA.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. EJA. Teses. CAPES.

* Mestre em Desenvolvimento Regional e Políticas Públicas pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Doutoranda em Educação Ciências e Matemática pelo programa da Rede Amazônia de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Professora da UNIFAP, Brasil. E-mail: sirliane1@gmail.com

** Doutora em Educação em Ciências e Matemáticas. Professora do Programa de Pós-graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará (UFPA) e Professora do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática da Rede Amazônica de Educação Ciência e Matemática (REAMEC), Brasil. E-mail: francefraiha@yahoo.com.br

*** Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará e Doutoranda em Educação em Ciências e Matemática pelo programa REAMEC. Professora de Química do Instituto Federal do Maranhão na cidade de Barreirinhas, Brasil. E-mail: joyce.mesquita@ifma.edu.br

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i2.13118>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em: 01/01/2021; Aceito em: 06/12/2022

ISSN: 2595-7376



Introdução

Na busca em compreender como está configurado o ensino de ciências na Educação de jovens e adultos (EJA) nas produções científicas este estudo trata-se de um levantamento bibliográfico sobre o ensino de ciências na EJA em uma das importantes plataformas de publicação acadêmica sobre educação. O referido estudo buscou desvendar a seguinte problemática: *Como o ensino de ciências destinado a EJA está configurado nas produções científicas no período de 2009 à 2019?* Nossa intenção foi identificar e analisar nas produções científicas publicadas na plataforma da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) como o ensino de ciências na EJA vem sendo explorado nas pesquisas que concentram seus estudos nessa temática.

Os estudos doutorais que nos aproximaram das questões vinculadas ao ensino de Ciências bem como a experiência na educação de adultos e nossa formação são algumas das razões que nos motivaram a desenvolver este estudo que nos mostra o foco de interesse das produções científicas que envolvem dois assuntos de grande importância no contexto da formação docente e na perspectiva de um sujeito alfabetizado cientificamente e socialmente responsável, neste caso o Ensino de Ciências e a EJA.

A metodologia utilizada foi pesquisa de cunho quali-quantitativo bibliográfica, a qual constituiu-se de um primeiro momento no levantamento quantitativo de dados e posteriormente na análise das produções identificadas classificando-as de acordo com o foco de interesse de cada estudo. A pesquisa explorou os dados publicados na plataforma da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) no período de 2009 a 2019. Vale ressaltar que a CAPES reúne fontes de pesquisa que são importantes representantes da produção científica em educação no Brasil, em especial, sobre os anos escolares iniciais. Nelas constam as pesquisas das universidades do país inteiro, assim como a produção de grupos de pesquisa e de pesquisadores que são referência nacional e internacional no campo educacional. Utilizamos a combinação dos seguintes descritores: ensino de ciências; educação de jovens e adultos; EJA; ciências; educação de adultos; anos iniciais.

O estudo nos revelou importantes indicativos de como está configurado o ensino de ciências para jovens e adultos nas pesquisas acadêmicas em um espaço temporal de dez anos. Apesar de uma produção ainda insipiente identificada na pesquisa caracterizando *frestas em pesquisas sobre o ensino de ciências e a educação de jovens e adultos*, julgamos este estudo ser de grande relevância para o desenvolvimento de



ações, outros estudos e até mesmo novas práticas no ensino de ciências para adultos, e por isso consideramos que este trabalho nos traz *indicativos de um universo a explorar!*

Métodos e materiais

A CAPES é fonte de pesquisa que apresenta importantes representantes da produção científica em educação no Brasil, em especial, sobre os estudos da pós-graduação em nível de doutorado e mestrado. Nelas constam as pesquisas das universidades do país inteiro, assim como a produção de pesquisadores que são referência nacional e internacional no campo educacional. Utilizamos a combinação dos seguintes descritores: *ensino de ciências; educação de jovens e adultos; EJA; ciências; educação de adultos; anos iniciais*.

Algumas dificuldades apresentaram-se para localizar os trabalhos específicos do ensino de Ciências na EJA. Foram necessárias mais de dez variações de descritores para chegar finalmente ao quantitativo de 315 (trezentas e quinze) trabalhos. Ao utilizar os descritores *ensino de ciências + educação de jovens e adultos* obtivemos um total de 677.093 (seiscentos e setenta e sete mil e noventa e três) trabalhos entre dissertações e teses. Diante desse quantitativo, partimos então para os campos específicos da plataforma: i) grande área do conhecimento; ii) área conhecimento; iii) área avaliação; iv) área concentração. Vale esclarecer que esses campos específicos são determinados pela plataforma e nós, como pesquisadoras, apenas escolhemos as opções pré-definidas em cada área. Portanto, as opções mais próximas do tema pesquisado e que selecionamos entre as opções nesses campos específicos foram:

- i) grande área do conhecimento: *Ciências Biológicas + Ciências Humanas*
- ii) área conhecimento: *Biologia Geral + Educação de Adultos*
- iii) área avaliação: *Ciências Biológicas + Educação*
- iv) área concentração: *Educação + Ciências Biológicas + Biologia Geral*

Com este filtro, e entre tantas outras tentativas, combinando esses campos, conseguimos alcançar o máximo de 2.795 (dois mil setecentos e noventa e cinco) trabalhos publicados (teses e dissertações). Iniciamos a seleção dos trabalhos observando inicialmente apenas os títulos, no entanto, surpreendentemente, não havia nenhum trabalho que contemplasse especificamente *o ensino de ciências na educação de jovens e adultos*. Apareceram estudos de várias naturezas. cremos que

os descritores específicos identificam todos os trabalhos que foram registrados com determinada palavra-chave. Por exemplo, detectamos muitos trabalhos da *educação* infantil, *educação* profissional, *educação* superior. Logo percebemos que o descritor *educação* selecionava todos os trabalhos que mencionavam em seu título *educação* e estavam vinculados a *educação do adulto*. No entanto, não eram trabalhos desenvolvidos na EJA, não com esses descritores específicos.

Essa dificuldade se estendeu por várias tentativas. Com isso resolvemos optar pela pesquisa considerando **somente as teses**, pois além da dificuldade em identificar os trabalhos com o tema pesquisado, nosso intuito neste momento, se limitou a averiguar se há uma preocupação com o ensino de Ciências para a modalidade EJA nas produções doutorais, *considerando o ineditismo e inovações de estudos com as temáticas em questão*.

Consideramos, naquele momento, que as teses poderiam nos dar uma amostra do foco de interesse dos programas de pós-graduação em relação a formação de professores, levando em consideração as problemáticas do ensino de ciências na EJA. Foi então, que fizemos o levantamento apenas das teses publicadas na CAPES e conseguimos chegar finalmente aos *trezentos e quinze* trabalhos após utilizar somente os descritores: *EJA + ciências*. Depois de alcançar essa quantidade de trabalhos seguimos analisando cada título para filtrar aqueles vinculados ao tema de nosso interesse.

Após identificarmos no título o tema em pesquisa, analisamos em todas as teses o *título, o resumo, a introdução e as considerações finais*. Com a leitura desses elementos tivemos acesso a problemática, os objetivos, metodologia, resultados e contribuições dos referidos estudos. Utilizando os descritores *ensino de ciências na educação de jovens e adultos - EJA* detectamos 315 (trezentos e quinze) teses. Após averiguar cada título e resumo, chegamos ao quantitativo de apenas **dez teses** que realmente contemplam o Ensino de Ciência na EJA, os demais trabalhos fugiam completamente a temática EJA.

Resultados

Destacamos que os trabalhos selecionados não estão limitados aos anos iniciais ou etapas iniciais da EJA, mas são todas pesquisas desenvolvidas com alunos da modalidade EJA. A seguir, a apresentação do estudo com o *quadro 1* estão as **dez teses** localizadas na plataforma CAPES, onde estão evidenciados os seguintes aspectos: auto/ano, título/palavras-chave, e Universidade/programa de pós-graduação.

Quadro 1: O Ensino de Ciência para a EJA nas publicações da CAPES (2009-2019)

Autor Ano	Título Palavras-chave	Universidade Programa de pós-graduação
LOPES, Gláucia (2009)	<i>Leituras em aulas de física na Educação de Jovens e Adultos no ensino médio.</i> Educação de jovens e adultos. Física. Estudo e ensino. Leitura. Análise de discurso. Telecurso 2000	Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP Faculdade de Educação
MONACO, Graziela Del. (2014)	<i>O encontro entre o saber de referência dos estudantes e os conteúdos de ciências no currículo da Educação de Jovens e Adultos.</i> Educação de Jovens e Adultos. Conhecimento. Currículo. Conteúdos de Ciências	Universidade Federal de São Carlos - UFSCar Programa de Pós- Graduação em Educação do Centro de Educação e Ciências Humanas
JENSEN, Gerda Maisa (2016)	<i>Charles Darwin (1809-1882) e os peixes elétricos: história e natureza da Ciência no ensino de ciências na Educação de Jovens e Adultos.</i> História da Ciência. Ensino de Ciências. Ensino de Evolução Biológica. Sequência Didática. Educação de Jovens e Adultos	Universidade de São Paulo - USP Instituto de Biociências
NETO, Giovani Zanetti (2016)	<i>Delineamento de ações educativas para o ensino de física na Educação de jovens e adultos.</i> EJA. Ensino de Física. Mediação. Diálogo. Alfabetização Científica.	Universidade Federal do Espírito Santo - UFES Programa de Pós-Graduação em Educação
SANTOS, João Paulo Victorino (2016)	<i>O ensino de Química na Educação de Jovens e Adultos do ensino médio no município de Itumbiara-GO</i> Ensino de Química. EJA. Contextualização.	Universidade Federal de Uberlândia - UFU Instituto de Química Programa de Pós-graduação em Química
PEREIRA, Julio Cezar Matos (2017)	<i>Os usos das tecnologias móveis nas salas de aula da Educação de Jovens e Adultos</i> Educação de Jovens e Adultos (EJA). Escola. Internet. Tecnologias Digitais. Tecnologia móvel.	Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG Faculdade de Educação Programa de Pós-Graduação: Conhecimento e Inclusão Social em Educação
ZURRA, Raiziana Mary de Oliveira (2017)	<i>Aproximações das representações de Ciências por estudantes da Educação de Jovens e Adultos em comunidades rurais de Tefé-AM à Etnociência</i> Ensino-aprendizagem. Etnociências. Contextualização. Interdisciplinaridade. Populações tradicionais.	Universidade do Estado do Amazonas – UEA Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática – REAMEC
PARANHOS, Rones de Deus (2017)	<i>Ensino de Biologia na Educação de Jovens e Adultos: o pensamento político-pedagógico da produção científica brasileira</i> Educação de Jovens e Adultos. Educação em Ciências. Ensino de Biologia. Produção Científica. Estado da Arte.	Universidade de Brasília - UNB Faculdade de Educação Programa de Pós-graduação em Educação
ARAÚJO, Simone Paixão (2017)	<i>Leitura no ensino de Biologia na Educação de Jovens e Adultos</i> Ensino de ciências. Ensino de biologia. Educação de Jovens e Adultos. Leitura. Compreensão leitora. ensino recíproco. Leitura compartilhada.	Universidade de Brasília - UNB Faculdade de Educação Programa de Pós-graduação em Educação
GOUVEIA, Daniele da Silva Maia (2019)	<i>As tecnologias na contemporaniedade e a qualidade do ensino de Ciências na Educação de Jovens e Adultos: o olhar da teoria das representações sociais</i> Tecnologias. Educação de Jovens e Adultos. Representações sociais. Qualidade no Ensino de Ciências.	Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ Programa de Pós- Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação

Fonte: Elaborado pelas pesquisadoras a partir dos dados da CAPES (2009-2019).

A pesquisa explorou os dados publicados na plataforma da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) no período de 2009 a 2019, de modo tal, tivemos a possibilidade de verificar que nos últimos dez anos (2009 a 2019) há poucas publicações divulgadas nas referidas plataformas sobre o Ensino de Ciências na EJA.

As teses publicadas na CAPES no período de 2009 a 2019 que abordam a temática ensino de Ciências na EJA *apontam um interesse de concentração pela contextualização de conteúdo específicos de química, física ou biologia, bem como com aspectos relacionados ao desenvolvimento da leitura em contextos interdisciplinares com essas áreas. Indicam também foco de interesse na utilização e benefícios das tecnologias digitais de informação e comunicação na sala de aula. Há uma preocupação considerada com a fala e as representações sociais e culturais do sujeito aluno nessas pesquisas.*

Embora o tema direto seja o *ensino*, e isso envolve objetivamente o fazer do professor, entendemos que não há como problematizar o ensino dissociado da qualidade da aprendizagem, talvez por isso as pesquisas têm essa preocupação em grande peso com o aluno, buscando as informações no aluno, mas fazem suas considerações orientando ou avaliando o que o professor deve fazer. Boa parte das pesquisas coletou informações do professor a partir da observação e aplicação de questionário, e alguns foram os próprios protagonistas das aulas conduzidas durante a pesquisa. Aqui se faz a crítica, pois acreditamos que o professor precisa ser ouvido, precisa ter voz no processo que avalia o seu fazer docente.

Discussão

O *quadro 1* mostra a distribuição das pesquisas por ano, onde em 2016 e 2017 há o maior quantitativo de produções. Recentemente em 2019 houve uma publicação registrada. A região Norte tem apenas uma produção registrada pela Universidade do Amazonas desenvolvida no âmbito do REAMEC¹, a maior parte das produções está concentrada nas Universidades do Centro-Oeste e Sudeste. Infelizmente, as regiões Norte e Nordeste continuam com o grande desafio no desenvolvimento e na publicação de seus estudos acadêmicos.

Apresentamos inicialmente o estudo de Monaco (2014) que buscou averiguar a visão dos estudantes da EJA sobre as relações entre o conhecimento científico e o conhecimento popular. Monaco (2014), preocupou-se em identificar os conheci-



mentos científicos dos estudantes da EJA, bem como os conhecimentos populares, analisando, a partir da fala dos estudantes, o lugar do conhecimento científico e do saber de referência deles no currículo da EJA. Com essas questões, Monaco (2014) almejou contribuir com as discussões acerca do currículo de Ciências para Educação de Jovens e Adultos tendo em vista o diálogo entre o conhecimento escolar e os saberes de referência trazidos à escola pelos estudantes.

Em termos conclusivos, Monaco (2014, p. 225) afirma que

É necessário pensar sobre o lugar que esses conhecimentos ocupam no currículo da EJA. Para os estudantes, o conhecimento científico ocupa um importante lugar, pois possibilita compreender o mundo, entender melhor o que está à volta, e ter acesso a um conhecimento que é muito valorizado. Mas compreender a ciência é possível na medida em que os conteúdos "falem a língua dos estudantes", ou seja, precisam fazer sentido, precisam remetê-los a alguma referência que lhes seja familiar, ter relação com a vida. Então, este saber tem também lugar importante no currículo, pois é o ponto de partida para aprender Ciências; é a possibilidade, inclusive, de problematizar a própria ciência. (...) Assim, esta investigação indicou que uma importante especificidade do currículo de Ciências para Educação de Jovens e Adultos é a necessária relação entre o conhecimento escolar e os saberes de referência trazidos à escola pelos estudantes.

Sobre as produções que envolvem ensino de Ciência e EJA Monaco (2014, p. 41) ainda ilustra que,

Foi possível verificar que, quando comparados aos que têm como objeto o ensino regular, são poucos os trabalhos que se dedicam a problematizar o currículo de Ciências na EJA, sendo alguns textos relacionados à contribuição deste conteúdo para a leitura e a escrita.

Jensen (2016) optou pela análise no campo do ensino onde desenvolveu uma prática de ensino na forma de estudo de caso sobre a história da Biologia em aulas de ciências da EJA. Buscou promover o ensino contextualizado de ciências por meio da elaboração, aplicação e avaliação de uma sequência didática (SD), investigando os benefícios e as dificuldades desta SD para a aprendizagem de conteúdo específicos relacionados ao tema da evolução biológica e das características da ciência. Seu estudo também teve a pretensão de produzir material didático acessível sobre história da ciência, especificamente, sobre a família de conceitos ligada ao princípio da seleção natural proposto pelo naturalista inglês Charles Darwin.

Após a aplicação da SD proposta por Jensen (2016), as análises apontaram que a maioria dos estudantes compreendeu o conceito de seleção natural, temática distante do dia a dia desses estudantes e considerada difícil por muitos professores

de Biologia. E os resultados dos pós-teste mostraram que um grupo maior, em porcentagem, de estudantes adquiriu uma concepção mais informada sobre ciências do que algumas percepções iniciais.

Neto (2016) em sua pesquisa investigou, mediante a realização de ações educativas, e tendo por referencial os conceitos de diálogo em Freire e de mediação em Vygotsky, as principais diretivas para o delineamento do ensino de Física apropriado ao contexto da EJA. O processo vivido pelo autor no desenvolver da pesquisa trouxe pontos que consideramos relevantes para o desenvolvimento de mais estudos e para o ensino de ciências na EJA. Assim, unimos as considerações da pesquisa aos nossos argumentos sobre o estudo que propomos e alertamos sobre a necessidade de pensar novas práticas de ensino em que a vida para fora do muro da escola possa encontrar sentido através da escola, como assevera o autor:

*ao vivenciar sinceramente essa modalidade escolar, não há como não ser dragado para a realidade dos sujeitos e projetado para fora da escola.
(...)*

A primeira consideração é que se deve completar o circuito e retornar para a escola com os conhecimentos, vivências, situações e demandas do real. (NETO, 2016, p. 162)

Um aspecto que parece não ter mudado tanto no decorrer das pesquisas que investigamos e que é uma problemática que precisa ser superada diz respeito a baixa produção acadêmica dessa área. Neto (2016, p. 163) chama a atenção como primeiro ponto a considerar nas conclusões de seu estudo:

O primeiro ponto volta-se à própria pesquisa acadêmica em ensino de Ciências no contexto da EJA. A demanda pelo desenvolvimento de ações apropriadas à modalidade é amplamente citada nas pesquisas; entretanto, constatou-se pequena produção acadêmica sobre a temática. Sinaliza-se, assim, que a interseção dessas áreas constitui um fecundo campo de investigações.

Outro ponto relevante da pesquisa de Neto (2016) mostra um pouco do cenário desafiador da firmação da EJA nos espaços escolares. Escancarando a fragilidade de nossa própria formação enquanto professores em não saber como lidar com um ensino adequado e justo para essa modalidade.

O quarto ponto refere-se à própria modalidade da EJA. A presença da Educação de Jovens e Adultos na instituição revela um fazer educacional sem sincronia com as demandas educativas dos sujeitos reais. É um fazer educacional “em si e por si”. A grande contribuição da modalidade nesse processo é denunciar tal modo educacional anacrônico, ou seja: o sujeito da EJA denuncia que a escola não funciona para os sujeitos dessa modalidade. (NETO, 2016, p. 164)

A contextualização dos conteúdos e aulas parece ser um tema bastante preocupante nos estudos que envolvem o ensino de Ciências na EJA. O trabalho de Santos (2016) buscou a partir de um estudo de caso no Ensino Médio da EJA ampliar e aprofundar a discussão sobre contextualização e experimentação do ensino de Química na EJA. Conhecer sobre os usos das tecnologias móveis por professores e educandos da EJA, a partir da escola, para compreender como eles se apropriam dessas tecnologias e as utilizam em seu cotidiano em situações de pesquisa, aprendizagem, comunicação e socialização foi o foco do estudo apresentado por Pereira (2017).

Ainda nessa linha, aparece Zurra (2017) que investigou sobre as representações dos conteúdos do currículo de Ciências Naturais na realidade comunitária dos estudantes rurais da EJA em escolas municipais de Tefé-AM e as implicações desencadeadas pela contextualização. Zurra (2017) teve como eixo norteador de sua análise os *saberes sábios*, ou seja, conhecimentos científicos representados no currículo, e os *saberes primevos* (produzidos na/da ação), evidenciados no cotidiano dos sujeitos da pesquisa. Seu estudo

[...] demonstrou que os conteúdos das narrativas apresentam idiossincrasias profundas acerca do saber etnobotânico dos sujeitos pesquisados (...). Assim, os resultados ratificam a importância da contextualização enquanto diretriz metodológica (ZURRA, 2017, p. 10).

Acrescentamos um destaque a este estudo por se tratar da única pesquisa representante da região norte do Brasil. Nos estudos de Santos (2016), Pereira (2017) e, Zurra (2017) ficou evidente a necessidade de um ensino de ciências na EJA que considere a identidade e peculiaridade dessa modalidade sem perder de vista uma alfabetização científica como base para a compreensão dos fenômenos do mundo e da vida.

Paranhos (2017) desenvolveu pesquisa do tipo Estado da Arte e teve como objeto a produção científica brasileira sobre o ensino de biologia na EJA, publicada no período de 1996 a 2015. Analisou dissertações e teses buscando identificar quais concepções sobre EJA, educação escolar. O público dessa modalidade e o ensino de ciências/biologia na EJA são veiculados pela produção científica analisada. Paranhos (2017) assim como Monaco (2014) e Neto (2016) constatou a baixa produções científica sobre o ensino de ciências, neste estudo mais especificamente o ensino de biologia:

Há uma assimetria quanto à distribuição geográfica da produção científica (dissertações e teses) sobre o ensino de biologia na EJA, pois as regiões Norte e Nordeste apresentam menor número de produção. Portanto, a discussão sobre o ensino de biologia na EJA no campo da pesquisa é frágil nas regiões em que a demanda social pela modalidade EJA é acentuada. Isso se explica pela assimetria que se faz presente também na distribuição da pós-graduação brasileira. (PARANHOS, 2017, p. 178/179).

Fazendo uma aproximação entre leitura e conteúdo de Ciências temos as pesquisas de Lopes (2019) e Araújo (2017). A produção de Lopes (2019) teve como pretensão compreender os gestos de interpretação de alunos da EJA em condições de produção de leituras que envolvem textos didáticos do Telecurso 2000 de Física. No estudo o autor esclarece que o que estava em questão não era apenas o conteúdo a ser ensinado ou aprendido, mas também, o envolvimento dos estudantes com o texto a ser estudado.

O foco em associar a leitura de textos que veiculam o conhecimento biológico levou Araújo (2017) a analisar atividades de leitura de textos de Biologia na EJA, com base em dois livros didáticos diferentes, um elaborado para a EJA e outro para o Ensino Médio regular, ambos recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). O estudo confirmou a importância da contribuição do professor de biologia no aprimoramento da leitura dos alunos e convergiu com a tese do autor de que todo professor é um professor de leitura. Os estudos vêm confirmando o quão importante é a figura do professor em todo o processo de ensino e aprendizagem, independente do ambiente ou estrutura de trabalho.

Finalizando os trabalhos identificados na Plataforma da CAPES temos Gouveia (2019), que diferente de Pereira (2017) que buscou analisar o uso das tecnologias móveis nas salas de aula da EJA, o estudo de Gouveia (2019) direcionou-se em compreender quais representações sociais, na perspectiva de Moscovici, os alunos da EJA possuem em torno da presença das tecnologias na contemporaneidade, e qual a relação dessas representações com a qualidade no Ensino de Ciências. No referido estudo Gouveia (2019) afirmou que é possível identificar que a representação social de tecnologia dos alunos da EJA é positivada e desfalcada de um olhar crítico. Ainda enfatizou que as professoras entrevistadas defenderam que o papel do professor de Ciências no mundo contemporâneo é incentivar, ajudar e apontar para os alunos que existem diferentes caminhos que eles podem seguir. Mostrando novamente que a prática docente é elemento fundamental para o sucesso da aprendizagem de seus alunos.



O levantamento das produções na plataforma da CAPES ratifica a necessidade e relevância de se continuar a desenvolver mais pesquisas que explorem sobre o Ensino de Ciências na EJA. Não apenas pela incipiente produção, citada inclusive em boa parte dos trabalhos analisados. A relevância dessa temática passa, inclusive, pelo desenvolvimento da Ciência e do próprio aluno e professor como sujeitos responsáveis pela transformação do mundo em que vivem, pois *“seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo, e transformá-lo para melhor”* (CHASSOT, 2018, p. 84).

Science Teaching for Youth and Adult Education in ten years of Scientific Production – CAPES 2009-2019

Abstract

This research focuses on analyzing the scientific productions about Science and Adult education teaching (EJA) in one of the main digital platforms for the dissemination and socialization of Brazilian research with high academic visibility. The study has explored published data in the period from 2009 to 2019 in the Coordination for higher Education Staff Development (CAPES). CAPES is a research source that presents important representatives of scientific production in education in Brazil, in particular, the graduate research. The research points to an interest in contextualizing specific content in chemistry, physics or biology, as well as aspects related to the development of reading in interdisciplinary contexts with these areas. They also indicate a focus of interest in the use and benefits of digital information and communication technologies in the classroom. There is a considered concern with the speech and social and cultural representations of the student subject in these researches. The survey of productions on the CAPES platform confirms the need and relevance of continuing to develop more research that explores Science Teaching at EJA.

Keywords: Science Teaching. EJA. Theses. CAPES.

Nota

- ¹ Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC).

Referências

ARAÚJO, Simone Paixão. **Leitura no ensino de Biologia na Educação de Jovens e Adultos**. Brasília – Brasil: Universidade de Brasília (UNB), 2017, 253 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação Programa de Pós-graduação em Educação, 2017.

CAPES. **Catálogo de Teses e Dissertações** - CAPES. Endereço eletrônico: <https://catalogode-teses.capes.gov.br>

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 8ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2018. 360p. (Coleção educação em ciências).

GOUVEIA, Daniele da Silva Maia. **As tecnologias na contemporaneidade e a qualidade do ensino de Ciências na Educação de Jovens e Adultos: o olhar da teoria das representações sociais**. Rio de Janeiro – Brasil: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2019, 165 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós- Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, 2019.

JENSEN, Gerda Maisa. **Charles Darwin (1809-1882) e os peixes elétricos: história e natureza da Ciência no ensino de ciências na Educação de Jovens e Adultos**. São Paulo – Brasil: Instituto de Biociência da Universidade de São Paulo, 2016. Tese (Doutorado), Instituto de Biociência da Universidade de São Paulo, 2016.

LOPES, Gláucia. **Leituras em aulas de física na Educação de Jovens e Adultos no ensino médio**. Campinas, São Paulo – Brasil: Universidade Estadual de Campinas, 2009. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, 2009.

MONACO, Graziela Del. **O encontro entre o saber de referência dos estudantes e os conteúdos de ciências no currículo da Educação de Jovens e Adultos**. São Carlos, São Paulo – Brasil: Universidade Federal de São Carlos, 2014. 245 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, 2014.

NETO, Giovanni Zanetti. **Delineamento de ações educativas para o ensino de física na Educação de jovens e adultos**. Espírito Santo – Brasil: Universidade Federal do Espírito Santo, 2016. 303 f. Tese (Doutorado), Centro de Educação, 2016.

PARANHOS, Ronés de Deus. **Ensino de Biologia na Educação de Jovens e Adultos: o pensamento político-pedagógico da produção científica brasileira**. Brasília – Brasil: Universidade de Brasília (UNB), 2017. 229 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação Programa de Pós-graduação em Educação, 2017.

PEREIRA, Julio Cezar Matos. **Os usos das tecnologias móveis nas salas de aula da Educação de Jovens e Adultos**. Belo Horizonte, Minas Gerais-Brasil: Universidade Federal de Minas Gerais, 2017. 460 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, 2017.

SANTOS, João Paulo Victorino. **O ensino de Química na Educação de Jovens e Adultos do ensino médio no município de Itumbiara-GO**. Uberlândia, Minas Gerais-Brasil: Universidade Federal de Uberlândia (UFB) 2016. 299f. Tese (Doutorado) - Instituto de Química, 2016.

ZURRA, Raiziana Mary de Oliveira (). **Aproximações das representações de Ciências por estudantes da Educação de Jovens e Adultos em comunidades rurais de Tefé-AM à Etnociência**. Cuiabá, Mato Grosso-Brasil: Universidade Federal de Mato Grosso – Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (REAMEC), 2017. Tese (Doutorado) - Polo Universidade do Estado do Amazonas, 2017.



Aprendizagem Baseada em Projetos: mapeamento de produções científicas na área de Ensino de Ciências e Matemática

Alana Rodrigues Rigão Achterberg*, Greice Scremin**

Resumo

Inserido em uma pesquisa na área de ensino de ciências e matemática, esse artigo objetiva apresentar revisão de literatura sobre a Aprendizagem Baseada em Projetos no ensino de ciências e matemática, no âmbito dos anos iniciais do ensino fundamental. A busca foi realizada para dar suporte à uma pesquisa que buscou investigar as contribuições da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) no ensino de ciências e matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. A revisão de literatura foi realizada no primeiro semestre de 2021 no portal de periódicos CAPES e em repositórios institucionais de Programas de Pós-graduação (PPGs) da área de ensino de ciências e matemática. Discute-se nesse trabalho fundamentos e princípios da ABP destacando questões relacionadas ao ensino de ciências e matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. Para dialogar com esse referencial analisou-se cerca de oito trabalhos científicos em que se destacou que o trabalho pedagógico apoiado em projetos é realizado de forma incipiente no ensino de ciências e matemática, sendo que conseguimos contar nos dedos quantas propostas de intervenções nos anos iniciais bem como de formação continuada com os professores foram desenvolvidas. Os poucos trabalhos encontrados demonstram o quanto é complexo para se fortalecer um currículo baseado em projetos bem como na própria gestão de sala de aula. Projetos é um termo bastante conhecido, mas pouco compreendido e implementado de fato, de acordo com seus princípios, principalmente no ensino de ciências e matemática

Palavras-chave: Formação de professores. Mapeamento. Metodologias de ensino.

* Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Franciscana (UFN). Doutoranda em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Franciscana (UFN). E-mail: alanarigao17@gmail.com

** Doutora em Educação pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Professora da rede pública municipal de Santa Maria (RS). Professora do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMAT) da Universidade Franciscana (UFN). E-mail: greicescremin@gmail.com

Introdução

A aprendizagem nas áreas de ciências da natureza e matemática se configura uma questão complexa para o aprendente que necessita mobilizar diversos esquemas neurais para assimilar e ancorar as novas informações com o conhecimento já consolidado. Dessa forma, ao docente a quem compete organizar, mediar e transpor o conteúdo científico, se configura o importante desafio de diagnosticar a realidade na qual o estudante está inserido e escolher metodologias e abordagens que contribuam para a promoção da qualidade da aprendizagem nas referidas áreas.

Este trabalho, proveniente de uma pesquisa na área de Ensino de Ciências e Matemática, propõe um olhar para a abordagem teórico- metodológica da Aprendizagem Baseada em Projetos aplicada ao ensino de ciências e matemática. Essa abordagem prevê a construção da autonomia, auto-organização e reestruturação dos padrões convencionais de aulas, principalmente no ensino de ciências e matemática que possuem densos conteúdo a serem estudados desde os primeiros anos de escolarização. Por isso, é importante discutir e repensar as formas de abordagem desses conteúdos em aula, diante de um contexto social em constante modificação.

Ciente da incompletude do conhecimento e constantes modificações no contexto social, é pertinente discutir possibilidades de organização do trabalho docente pautadas na reflexão epistemológica dos princípios das propostas metodológicas. Nesse contexto, torna-se ímpar valorizar os nativos digitais nessa era de ascensão e consolidação das tecnologias na educação e no ensino.

Apresenta-se, nesse artigo, uma revisão de literatura sobre a Aprendizagem Baseada em Projetos no ensino de ciências e matemática, no âmbito dos anos iniciais do ensino fundamental. A busca foi realizada para dar suporte à uma pesquisa que buscou investigar as contribuições da Aprendizagem Baseada em Projetos no ensino de ciências e matemática nos anos iniciais do ensino fundamental.

O estudo possui abordagem qualitativa por estabelecer interpretações e reflexões diante de fenômenos expressos em escritos científicos. A abordagem compactua com os objetivos do trabalho pois de acordo com seus princípios a pesquisa qualitativa tem como objetivo “*observar e interpretar a realidade estudada, por meio de procedimentos metodológicos diversificados, buscando explicações alternativas, que possam gerar comparabilidade ou exemplaridade [...]*”. Integra-se, a esse conceito, o processo reflexivo do pesquisador diante do fenômeno a ser estudado, que contribui para o (auto) desenvolvimento enquanto sujeito crítico da realidade (PÁDUA, 2018, p. 32).



Sendo o objetivo do trabalho apresentar uma revisão de literatura sobre a Aprendizagem Baseada em projetos no ensino de ciências e matemática no âmbito dos anos iniciais do ensino fundamental, se apresenta também como de cunho bibliográfico. Gil (2008, p. 50) destaca que *“a principal 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”*. Dessa forma, ela permite ao pesquisador fácil acesso aos dados, que são passíveis de interpretações de acordo com os objetivos da pesquisa delineada.

A revisão de literatura buscou identificar o que a comunidade científica vem produzindo acerca da abordagem metodológica por Projetos no ensino de ciências e matemática nos anos iniciais. Ao realizar um trabalho científico o pesquisador necessita *“compreender como se dá a produção do conhecimento em uma determinada área de conhecimento em teses de doutorado, dissertações de mestrado, artigos de periódicos e publicações”* (ROMANOWSKY; ENS, 2006, p. 39) para dialogar e corroborar com suas intenções e perspectivas que serão traçadas.

A busca aconteceu por meio do estado da arte realizado no primeiro semestre de 2021 no portal de periódicos CAPES e em repositórios institucionais de Programas de Pós-graduação (PPGs) da área de ensino de ciências e matemática. Os descritores utilizados na busca na plataforma da CAPES foram: *projetos; ensino de ciências; anos iniciais*. Já nos repositórios institucionais dos PPGs foram: *projetos; anos iniciais*. Como critérios de inclusão definiu-se que os trabalhos deveriam abordar a etapa dos anos iniciais do ensino fundamental, independente do ano de publicação sejam eles artigos, teses ou dissertações.

Os trabalhos encontrados foram analisados cuidadosamente por meio da técnica de Análise de Conteúdo (BARDIN, 2016). Optou-se por esse tipo de técnica por se debruçar em compreender o universo pesquisado (trabalhos) em um determinado período, objetivando ir além das meras palavras transcritas em um artigo, de modo a atingir uma reflexão histórica, sociológica, pedagógica, conforme pontua a autora.

Aprendizagem Baseada em Projetos

A proposta teórico-metodológica da ABP concentra princípios que vem ao encontro das demandas do século XXI, demarcada pela ascensão e consolidação de meios de tecnológicos na educação. Com a pandemia do Coronavírus, as escolas

necessitaram adaptar o modelo de ensino para alternativas remotas e, com isso, precisaram investir em formação de professores. Nesse sentido, os estudos referentes às tecnologias digitais no ensino se intensificaram nesse período e estão cada vez mais em ascensão, pois o ensino híbrido é a grande aposta de muitas escolas daqui para frente.

A questão é como trabalhar/desenvolver o ensino de ciências e matemática nesse contexto que vem sendo gradualmente modificado. Por isso, é pertinente refletir sobre possibilidades metodológicas que possam contribuir e se adaptar em diferentes contextos. Por isso, acredita-se que a abordagem teórico-metodológica da ABP possa dar pistas e contribuir para a formação dos professores que precisam diversificar sua prática pedagógica nesses novos tempos.

Valorizar a autonomia, a criticidade, a criatividade e a pesquisa são alguns dos princípios que a ABP objetiva desenvolver nos estudantes. Um ensino que vai além da memorização de cálculos, fórmulas, conceitos, leis, e atinge um patamar de desenvolvimento pessoal e cognitivo para atuar de forma cidadã no meio em que se vive.

Bender (2014), estudioso americano sobre estratégias de ensino, práticas e ensino diferenciado, produziu uma obra intitulada *Aprendizagem Baseada em Projetos: educação para o século XXI*. Nessa obra ele trata sobre discussões e aplicações, em sala de aula, da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), além de enfatizar o uso das tecnologias digitais como recurso educacional nessa abordagem. Para o autor, a ABP “*é um modelo de ensino que consiste em permitir que os alunos confrontem as questões e os problemas do mundo real que considerem significativos, determinando como abordá-los e, então, agindo cooperativamente em busca de soluções*” (BENDER, 2014, p. 9). Por meio dessa estratégia, os alunos se envolvem significativamente e exercem certas habilidades, como a pesquisa e o trabalho em grupo, por meio da cooperação entre os pares.

Bender (2014) destaca novas habilidades para os professores e alunos do século XXI, tendo em vista a abordagem baseada em projetos. De acordo com o autor, sugere-se que os professores disponibilizem recursos que viabilizem a questão motriz dos alunos, assim como orientar e sugerir pessoas da comunidade, as quais pudessem compartilhar conhecimento e experiências nas aulas. Além disso, caberia ao professor apresentar opções que divulgassem os cronogramas dos alunos; facilitar as discussões entre os grupos; dispor de tarefas que exemplifiquem os tópicos escolhidos pelos alunos (minilições); reforçar a importância da aprendizagem cooperativa e realizar diferentes formas de avaliação.



Já o aluno teria a incumbência de identificar e de filtrar problemas relevantes; realizar *brainstorming* com os colegas; promover a cooperação durante o processo de trabalho; desenvolver a criticidade e demonstrar seu ponto de vista diante de diferentes situações, bem como analisar as contribuições dos colegas a partir do mesmo problema.

Nota-se que Bender estipula habilidades que colocam o professor como facilitador da aprendizagem e o aluno como protagonista da busca pelo conhecimento. Ensino e aprendizagem baseados em projetos significam engajamento e comprometimento por parte do professor, que possui uma tarefa complexa de realizar um planejamento que se articule com as experiências dos alunos e com os fenômenos do mundo real. O autor afirma que “*o maior envolvimento dos alunos na ABP resulta em um rendimento muito mais elevado do que no ensino tradicional, os resultados da avaliação para o ensino baseado na ABP mostrarão esse melhor rendimento*” (BENDER, 2014, p. 132). Essa forma de ensino permite uma maior interação entre os aprendentes e, conseqüentemente, maior articulação entre os saberes.

Tanto o ensino de ciências quanto o ensino de matemática podem ser articulados e pensados na perspectiva da aprendizagem baseada em projetos, uma vez que ambos os componentes curriculares visam à participação ativa dos alunos a fim de que produzam conhecimentos e que busquem soluções para problemas, criando produtos úteis e significativos para seus contextos de origem. Articulados com o currículo, os professores necessitam promover situações, não só no espaço de sala de aula, mas em outras locais da sociedade (museus, galerias de arte, teatro etc.), que concentrem história, ciência, conhecimento, para estimular as múltiplas inteligências presentes em todos os indivíduos, oportunizando uma aprendizagem conjugada com a realidade social.

Ensino de Ciências e Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental

Nos anos iniciais, o responsável por mediar a construção do conhecimento é o pedagogo, profissional unidocente habilitado para atuar “[...] *no magistério na Educação Infantil e nos anos iniciais do Ensino Fundamental, nos cursos de Ensino Médio, na modalidade Normal, de Educação Profissional na área de serviços e apoio escolar e em outras áreas nas quais sejam previstos conhecimentos pedagógi-*

cos” (BRASIL, 2006, p. 2). No exercício da docência, esse profissional trabalha com diferentes áreas do conhecimento e tem o desafio de integrá-las e de viabilizar o conhecimento elementar para os primeiros anos escolares. Um dos maiores desafios é aliar o conhecimento didático- pedagógico com o conhecimento especializado, pois a esse último pouca ênfase é dada durante a formação inicial de pedagogos. Dessa forma, disciplinas como ciências e matemáticas ficam com algumas lacunas de ensino e de aprendizagem por falta de domínio e de segurança na mediação do processo de construção do conhecimento dessas matérias pelo professor.

Atualmente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é que orienta os sistemas educacionais, à medida que se configura em um instrumento normativo que visa orientar aprendizagens essenciais a serem desenvolvidas ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. Desde o ano de 2017, as escolas vêm adaptando seus currículos de acordo com as novas orientações da BNCC, integrando-as aos contextos e às demandas locais da região.

Antes da BNCC, as disciplinas eram ministradas de modo isolado, fragmentado, sem interlocução entre as áreas, o que acabava gerando um descompasso entre a realidade social e os conteúdos da escola. A nova estrutura, apresentada nessa normativa, propõe o desenvolvimento de competências definidas pela mobilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, a fim de promover um ensino voltado à resolução de problemas do cotidiano, o qual deixe os sujeitos preparados para agir como cidadãos ativos e participativos no mundo do trabalho (BRASIL, 2017). Para isso, propõe dez competências a serem desenvolvidas durante os anos de escolarização básica. Dessas dez, buscou-se analisar e verificar pontos de convergência com a Aprendizagem Baseada em Projetos, tendo, como eixos estruturantes, o ensino de ciências e matemática.

As dez competências propostas pela BNCC possuem algumas pistas que se entrelaçam com os pressupostos Aprendizagem Baseada em Projetos, já que destacam a importância de exercitar a curiosidade intelectual, de empregar métodos de investigação (passo a passo), utilizar as diferentes linguagens (corporal, visual, sonora, digital) para se expressar e compartilhar informações; de valorizar as experiências prévias do estudantes e as informações locais, além de ressaltar a importância das relações pessoais (intra e inter) para o convívio humano (BRASIL, 2017). Essas características perpassam a visão do sujeito como um todo, em seus aspectos cognitivos, emocionais, afetivos.



Segundo Nacarato (2013, p. 33) “a matemática escolar dos anos iniciais precisa ser pautada na construção de significações e essas são decorrentes do trabalho com resolução de situações-problemas que sejam instigantes aos alunos e os coloquem na condição de aprender matemática”. As estratégias, para se trabalhar com problemas, são inúmeras. O importante é que seja uma estratégia planejada, com intencionalidade, para provocar os alunos a levantarem hipóteses, confrontarem ideias e a produzirem o próprio método de resolução de problemas, a fim de elaborarem o conceito a partir do problema.

É comum se observar, na sociedade, a visão da matemática atrelada ao número. Logo, deve-se ir para a escola aprender a “fazer continhas”, ou seja, o importante é aprender a contar. Não se nega a importância de aprender os números, sim é elemento fundamental e intrínseco à vida social, todavia, essa visão é um tanto pragmática e reducionista, uma vez que conteúdos relacionados a “[...] espaço e forma, grandezas e medidas e tratamento da informação precisam estar presentes também no cotidiano da sala de aula” (NACARATO, 2013, p. 37). As noções anteriormente descritas, que iniciam na educação infantil, necessitam ser ampliadas nos anos posteriores, interconectadas à vida real e às experiências do aluno.

A BNCC sugere que os alunos desenvolvam, nessa área do conhecimento, capacidades de utilizar a matemática para resolver problemas do cotidiano, em diferentes contextos e situações, ou seja, desenvolver o letramento matemático (BRASIL, 2017). Essa concepção de letramento matemático foi desenvolvida a partir da Matriz do Pisa 2012, substituindo a “capacidade individual”, conforme descrito nesse referencial, para “competências e habilidades” no novo documento. Para tanto, define oito competências específicas, dentre elas a capacidade de argumentar, mobilizar o raciocínio lógico, enfrentar situações problemas, desenvolver projetos de diferentes naturezas, se relacionar com os pares de maneira respeitosa e cooperativa, as quais contemplam o desenvolvimento da alfabetização e o letramento matemático.

Em relação a ciências da natureza, a BNCC retrata a área como responsável por desenvolver o letramento científico durante a escolarização básica, que vai além do simples aprender, englobando o fazer e o atuar na tomada de decisões sociais, de modo que o aluno participe ativamente da vida social, natural e tecnológica (BRASIL, 2017). O documento define o processo investigativo como elemento central no processo formativo, caracterizando parte de um percurso metodológico fundamental

para compreender o método científico. Dessa forma, trabalha com a resolução de problemas, com levantamento de fatos e análise, com comunicação e intervenção.

O ensino de ciências, nos anos iniciais do ensino fundamental, assim como na educação infantil, necessita de uma reformulação no que tange aos seus objetivos para com o aluno. Nessa etapa de ensino, o conceito científico abstrato, único e acabado deve dar vazão à construção conjunta de hipóteses, diante de um problema a ser resolvido. É pertinente que as atividades propostas, relacionadas ao conhecimento científico, possuam o objetivo de “[...] *fazer os alunos resolverem os problemas e questões que lhes são colocados agindo sobre os objetos oferecidos e estabelecendo relações entre o que fazem e como o objeto reage à sua ação*” (CARVALHO, 1998, p. 20). É uma concepção que coloca o aluno no centro do processo de ensino e aprendizagem, imprimindo uma perspectiva multifacetada do aprender. Essa acontece por meio de diferentes experiências cotidianas e não somente pela transmissão do professor de conteúdos padronizados, visando ao acúmulo de informações, o que tem pouca influência na vida cotidiana dos alunos.

Com efeito, concorda-se com a autora supracitada ao afirmar que as aulas de ciências necessitam ser planejadas com o intuito de que os alunos superem a simples contemplação dos fenômenos e passem para a dimensão reflexiva, na busca por explicações e ocorrências desses fatos, permitindo que os estudantes demonstrem suas opiniões a respeito dos acontecimentos.

Para alcançar esses objetivos, é relevante que no ensino de ciências “[...] *sejam aplicadas metodologias diversificadas, as quais tornem o aluno um sujeito capaz de problematizar a realidade de observa, formular hipóteses sobre o problema levantado, planejar e desenvolver atividades experimentais, analisar os resultados e formular suas conclusões*” (ARMSTRONG; BARBOZA, 2012, p. 77). Nota-se que as autoras destacam procedimentos que integram princípios presentes na aprendizagem baseada em projetos, cujo aluno participa e constrói seu conhecimento de forma autônoma, cria, recria, formula, desenvolve e avalia situações.

Resultados e Discussões

A pesquisa no Periódicos Capes resultou em dois trabalhos com o enfoque nos anos iniciais do ensino fundamental envolvendo projetos. O primeiro deles intitula-se *o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: uma proposta*



metodológica a partir da BNCC, com autoria de Gouveia e Gouveia-neto (2020). Os autores tinham como objetivo apresentar uma proposta metodológica para o ensino de Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental, de acordo com os princípios da Base Nacional Comum Curricular. Sendo assim propõem a metodologia de projetos considerando-a suficiente para atender as novas demandas propostas pela BNCC. Essas novas demandas incluem a criatividade, criticidade, autonomia, dentro de um contexto multifacetado. De acordo com os autores “*a metodologia de projetos contempla uma visão multifacetada dos conhecimentos e informações, ao agregar pesquisa e ensino, fazendo com que os alunos deixem de receber os conteúdos prontos e acabados*” (GOUVEIA; GOUVEIA-NETO, 2020, p. 48). É uma proposta que coloca o aluno como agente ativo e transformador da realidade e da sua própria aprendizagem. Destacam os procedimentos que podem ser adotados no ensino por projetos em sala de aula, enfatizando as viabilidades e adequações que podem ser feitas de acordo com a realidade do professor. Concluem frisando que a metodologia de projetos é mais uma alternativa que pode contribuir para o ensino de ciências em meio a tantas outras, cujo professor é quem deve avaliar as condições de desenvolvimento e aplicação de tal metodologia.

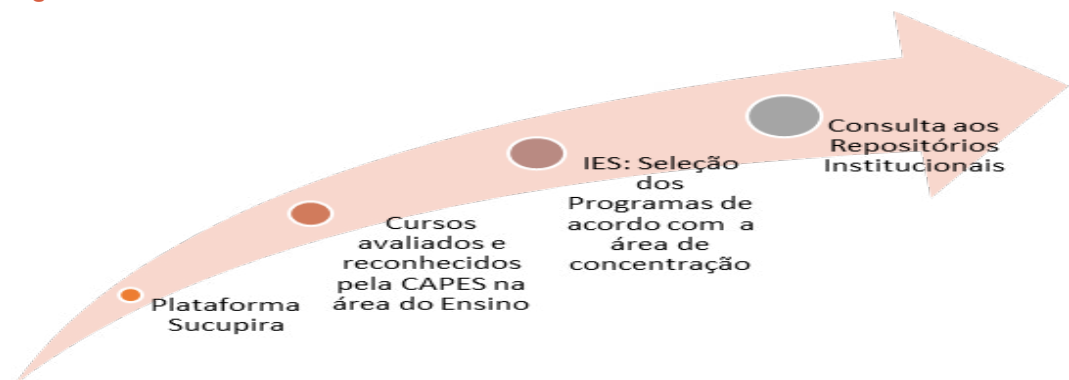
O segundo artigo encontrado no portal de periódico capes, que vem de encontro com esse trabalho, é intitulado *mostruário de Práticas: considerações sobre a formação e a atuação de professores dos Anos Iniciais a partir das Feiras Catarinenses de Matemática* escrito por Silva e Guarnica (2015.) Os autores buscaram analisar as feiras de matemática a formação docente e práticas de ensino da matemática de professoras dos anos iniciais. Nas narrativas das professoras destacam a fragilidade encontrada nos cursos de pedagogia para o ensino de matemática que nutrem uma formação generalizada, sem aprofundamentos de seus princípios, refletindo no dia a dia do exercício docente. Os projetos foram citados pelas professoras como sendo parte do seu cotidiano, principalmente por influência das feiras. A motivação dos alunos foi apontada pelas professoras como fato crucial para continuar com o desenvolvimento de projetos. Destacam que é trabalhado com a realidade do aluno, simulando situações reais dentro de sala de aula e fora dela também.

Ambos os artigos consideram o trabalho com projetos potencialmente construtivo para o ensino de ciências e matemática. Quando bem estruturado, é notável o envolvimento do aluno, sua motivação em buscar possíveis soluções para um problema a ser resolvido. As discussões convergem para uma perspectiva de ensino globalizado.

A perspectiva de ensino e aprendizado globalizados é baseada no entendimento de uma educação holística, vinculada com os problemas da sociedade, com vistas a promover a emancipação intelectual em um panorama crítico, criativo e reflexivo. Desse modo, seria uma educação formadora de seres humanos que sejam capazes de resolver os problemas sociais que a vida lhes apresentará (ZABALA, 2002).

A consulta nos repositórios institucionais dos Programas de Pós-graduação, se deu em Programas da área do ensino que possuíam como área de concentração o ensino de ciências, o ensino de matemática ou o ensino de ciências e matemática. Em primeiro lugar foi consultado os cursos avaliados e reconhecidos pela CAPES da área do Ensino, na plataforma sucupira. Na sequência verificou-se todas as Instituições de Ensino Superior (IES) para identificar os Programas e suas respectivas áreas de concentração. A figura 1 sintetiza o processo de coleta dos dados:

Figura 1: Processo de coleta de dados



Fonte: elaborado pelas autoras

Chegou-se a um total de 65 programas com área de concentração em ensino de ciências e matemática (ou só ciências ou só matemática). Dessas 65 apenas cinco instituições apresentaram trabalhos convergentes ao tema dessa pesquisa. O quadro 1 sistematiza os trabalhos encontrados.

Quadro 1: Relação de trabalhos encontrados por Programa de Pós-graduação

Programa/IES	Título do trabalho
Mestrado em educação em ciências na Amazônia/ Universidade do Estado do Amazonas	Metodologia de projetos no ensino das ciências: reflexão, estratégia e prática metodológica no 5º ano do ensino fundamental na escola São Pedro do parananema – parintins/am
Programa de Pós-Graduação em educação para ciência/ Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	Formação de professores pela construção coletiva de um projeto de educação ambiental na escola
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática/ Universidade de Passo Fundo	A cartilha como instrumento para auxiliar o desenvolvimento de projetos de educação ambiental
Programa de Pós- Graduação em Educação para Ciências e Matemática/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Jataí	Projetos de pesquisa: a prática docente entrelaçada ao ensino de ciências e de arte a partir de temas ambientais
Programa de pós-graduação em educação para a ciência/ Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	Retratos de uma sala de aula – projetos e resolução de problemas na matemática dos anos iniciais
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (MPEC)/ Universidade Federal de Ouro Preto	Uma experiência de formação docente continuada com o tema aprendizagem baseada em projetos

Fonte: elaborado pela autora de acordo com os dados do Repositório Institucional dos Programas de Pós-graduação da área do ensino.

O trabalho *intitulado metodologia de projetos no ensino das ciências: reflexão, estratégia e prática metodológica no 5º ano do ensino fundamental na escola são pedro do parananema – parintins /am*, teve como objetivo compreender como os estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola do Amazonas. percebiam as articulações entre os saberes cotidianos, com o ensino de ciências por meio da Metodologia de Projetos. O autor se preocupou em dialogar com o meio científico por meio do cotidiano dos alunos desenvolvendo atividades dentro da perspectiva da metodologia de projetos. Procurou explorar o entorno, valorizar a saída de campo e sobretudo as experiências próprias dos alunos que previamente levantavam hipóteses para depois confrontá-las com a realidade vivenciada. Indica que a metodologia de projetos contribuiu de forma significativa para a construção de conhecimentos científicos ao valorizar o contexto dos alunos e trazer sua realidade para dentro da sala de aula (SILVA, 2016).

A dissertação conduzida por Yamashiro (2007) denominada *formação de professores pela construção coletiva de um projeto de educação ambiental na escola* teve como objetivo desenvolver um projeto de educação ambiental em uma escola da rede pública de São Paulo. Se enquadra com o perfil desse trabalho por abranger desde a educação infantil até o ensino médio, perpassando todas as etapas da educação básica. Na dissertação, a autora destaca a angústia e dificuldade dos

professores e da escola como um todo em gerir, até então, o trabalho com projetos, pois geralmente são propostas externas sem vínculo algum com o contexto da escola que eles precisam desenvolver para suprir a demanda “externa”. Além disso, acontecia de forma pontual, sem continuidade e relação com o restante do trabalho. Dessa forma, com um grupo de professores da escola em questão, a autora propôs a construção de um projeto de educação ambiental em que os professores puderam refletir sobre os princípios da EA além de como promover a conscientização de ações importantes ao meio ambiente por meio dos projetos, metodologia até então julgada como “modismo presente nas escolas”, porém não compreendida. Foi uma pesquisa que possibilitou aos envolvidos refletirem sobre sua prática, contribuindo para a formação continuada.

Nessa mesma vertente encontra-se o trabalho de Klein (2018) intitulada *a cartilha como instrumento para auxiliar o desenvolvimento de projetos de educação ambiental* que objetivou constatar a eficácia da Cartilha Ambiental como um recurso didático auxiliar no desenvolvimento de projetos de EA que estimulem os educandos a refletir sobre as causas, consequências e possíveis soluções para os problemas ambientais de sua comunidade. A autora aplicou o produto educacional (cartilha) em uma turma de 5º ano do ensino fundamental, em que desenvolveu temas dentro do grande projeto de educação ambiental. As atividades relatadas expõem que o projeto em si foi desenvolvido por meio de estratégias como brincadeiras, experiências entre outras, na sala de aula. Isso significa que o “projeto” maior (educação ambiental) se deu por meio de outras metodologias e estratégias, mas não pela metodologia de projetos em si. No entanto, percebe-se que a autora elencou ações pontuais nas atividades que caracterizam alguns princípios do trabalho com projetos, como a criticidade, autonomia e curiosidade.

Na direção de desenvolver propostas pedagógicas por meio de projetos, Fernandes (2019) com o trabalho *projetos de pesquisa: a prática docente entrelaçada ao ensino de ciências e de arte a partir de temas ambientais*, objetivou investigar a proposta de ensino por projetos interdisciplinares entre Ciências e Arte, sobre temas ambientais. A autora desenvolveu uma proposta baseada nos princípios da metodologia de projetos com alunos do 5º ano do ensino fundamental, em que esses se tornaram sujeitos protagonistas do processo de construção da sua aprendizagem. Todos os passos e ações da construção do projeto pelos alunos foi detalhado, enfatizando a mudança de comportamento e posicionamento diante dos fatos após



executarem a pesquisa. A autora ressalta a importância da pesquisa e da interdisciplinaridade que é e foi desenvolvida por meio da metodologia de projetos. Os alunos despertaram uma curiosidade natural e se motivaram com a busca das informações, interagindo com os problemas da comunidade local e com fontes de dados diversas: pessoas, livros, *websites*, documentos etc. Além disso, conclui que propostas aliadas à metodologia de projetos dialoga ao mesmo tempo com outras disciplinas, gerando uma teia interdisciplinar.

Um dos poucos trabalhos encontrados na área da matemática utilizando-se da metodologia de projetos nos anos iniciais do ensino fundamental, foi escrito por Minatel (2014) - *retratos de uma sala de aula – projetos e resolução de problemas na matemática dos anos iniciais*. A autora buscou investigar e de retratar a aprendizagem matemática por meio de projetos e resolução de problemas (RP) com alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Realizou uma diferenciação conceitual entre ambas e ponderou que os projetos podem ser trabalhados em qualquer disciplina dos anos iniciais e a resolução de problemas em alguns momentos específicos, principalmente na matemática, mas que tanto um como o outro se assemelham por serem um método de ensino, que perpassam objetivos como desenvolver a criticidade, curiosidade, investigação, posicionamento, autonomia. Dependendo da unidade de ensino trabalhada uma metodologia prevalecia mais que outra. A autora concluiu que os projetos auxiliaram na agregação de temas e disciplinas, mas não no sentido de superar barreiras disciplinares e sim no sentido de contextualizar o conteúdo.

Por último, o trabalho, *uma experiência de formação docente continuada com o tema aprendizagem baseada em projetos*, escrito por Silva (2020) objetivou desenvolver uma proposta de oficina de formação continuada para professores, com tema "Aprendizagem Baseada em Projetos", devido a amplitude e flexibilidade de tal metodologia abranger todas as etapas da educação básica. A autora promoveu uma oficina com os professores sobre a ABP em que os professores posteriormente criaram produtos e responderam questionários e entrevistas. Práticas envolvendo projetos eram relatadas pelos professores, corroborando com o trabalho de Yamashiro (2007), como pontuais e genéricas, sem continuidade, no entanto durante a formação continuada os professores conseguiram conhecer melhor acerca das potencialidades da ABP para o ensino de ciências.

Os trabalhos analisados revelam que o trabalho pedagógico apoiado em projetos é realizado de forma incipiente no ensino de ciências e matemática, sendo que

conseguimos contar nos dedos quantas propostas de intervenções nos anos iniciais bem como de formação continuada com os professores foram desenvolvidas. Os poucos trabalhos encontrados demonstram o quanto é complexo para se fortalecer um currículo baseado em projetos bem como a gestão de sala de aula. Isso demanda abordar um sentido de globalização; introduzir uma nova maneira de fazer do professor; mudanças na organização dos conhecimentos escolares dentro de uma perspectiva de valorização da autonomia, senso crítico, democracia e participação de todos os envolvidos (HERNÁNDEZ; VENTURA, 2017).

O trabalho com projetos na educação básica, sobretudo nos anos iniciais do ensino fundamental não é assunto novo, tem-se uma caminhada de algumas décadas desde as discussões estabelecidas na escola nova (século XX) acerca do tema. Projetos, uma abordagem? um método? uma tendência? uma concepção? uma ação? todas as opções anteriores? Com o passar dos anos, vem sendo aprimorada e aplicada em diferentes contextos, com o pressuposto central de que é a aprendizagem centrada nas experiências, na ação e na participação ativa do aluno que deve ser protagonista do processo de construção do conhecimento. Entretanto, esses princípios pouco têm sido implementados, no cotidiano escolar, em classes de ciências e de matemática. É um termo bastante conhecido, mas pouco compreendido e implementado de fato, de acordo com seus princípios, principalmente no ensino de ciências e matemática.

Conclusões

Antes de iniciar uma pesquisa o processo de revisão de literatura é crucial para elucidar caminhos a serem tomados no decurso da investigação. Esse procedimento faz parte da arquitetura do trabalho científico e é importante de ser valorizado na medida que oportuniza um diagnóstico acerca de um determinado tema, situação-problema. Nesse trabalho o diagnóstico das produções já existentes sobre a Aprendizagem Baseada em Projetos nos anos iniciais do ensino fundamental na área de ciências e matemática, permitiu refletir acerca dos rumos da pesquisa e orientar a (re) formulação dos objetivos.

O ensino de ciências e matemática nos anos iniciais do ensino fundamental se configura tarefa desafiadora para o conjunto de professores unidocentes que necessitam realizar o movimento de transposição didática por meio de uma metodologia que agregue as demandas do contexto em que está inserido. Dessa forma,



propõe-se a abordagem-metodológica da ABP que centra seus objetivos na valorização do estudante como ser ativo, participativo do processo de construção da sua aprendizagem. Uma aprendizagem pautada no diálogo com os fenômenos reais, com problemas sociais em que se busca investigar e acima de tudo responder a uma situação-problema latente no momento do estudo em pauta. A autonomia, a criatividade, o espírito investigativo e a colaboração são algumas das palavras-chave que caracterizam essa nova proposta de ensino.

Diante disso, a busca e análise dos trabalhos científicos levantados nessa pesquisa demonstrou o quanto é incipiente a discussão sobre essa abordagem- metodológica nas áreas de ciências e matemática. A ABP é mais explorada na área de ciências da natureza e pouco utilizada na matemática, um componente curricular mais denso, temido por muitos estudantes por integrar um nível de abstração bastante profundo conforme o passar dos anos escolares.

Essas questões induzem ao pensamento de que a proposta metodológica da ABP possui muitos benefícios a aprendizagem dos estudantes, no entanto requer estudo e preparação intensa por parte dos docentes que precisam se apropriar da proposta para conduzir e mediar o processo de ensino-aprendizagem. A pesquisa aponta a importância de investir estudos na formação de professores a fim de refletir sobre novas perspectivas de ensino para ciências e matemática nos anos iniciais do ensino fundamental levando em conta as demandas de uma educação diferenciada para o século XXI.

Project-Based Learning: mapping scientific productions in the area of Science and Mathematics Teaching

Abstract

As part of a research in the area of science and mathematics teaching, this article aims to present a literature review on Project-Based Learning in science and mathematics teaching in the early years of elementary school. The search was conducted to support a research project that sought to investigate the contributions of Project-Based Learning (PBA) in teaching science and mathematics in the early years of elementary school. The literature review was carried out in the first semester of 2021 in the CAPES journals portal and in institutional repositories of Postgraduate Programs (PPGs) in the area of science and mathematics teaching. This paper discusses the foundations and principles of ABP, highlighting issues related to the teaching of science and mathematics in the early years of elementary school. In order to dialogue with this reference, we analyzed about eight scientific papers that highlighted that the pedagogical work supported by projects is incipient

in science and mathematics teaching, and we could count on our fingers how many proposals of interventions in the early years as well as continuing education with teachers were developed. The few works found demonstrate how complex it is to strengthen a project-based curriculum as well as the classroom management itself. Projects is a well known term, but little understood and implemented in fact, according to its principles, especially in the teaching of science and mathematics.

Keywords: Teacher training. Mapping. Teaching methodologies.

Referências

- ARMSTRONG, Diane Lucia de Paula; BARBOZA, Liane Maria Vargas. **Metodologia do ensino de ciências biológicas e da natureza**. Curitiba: InterSaberes, 2012.
- BENDER, Wiliam N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Tradução Fernando de Siqueira Rodrigues. Porto Alegre: Penso, 2014.
- BARDIN, Lawrence. **Análise de conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BRASIL, **Diretrizes curriculares nacionais para o curso de graduação em pedagogia**, licenciatura. RESOLUÇÃO CNE/CP Nº 1, DE 15 DE MAIO DE 2006. Diário Oficial da União, Brasília, 16 de maio de 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01_06.pdf. Acesso em: 12 nov. 2020.
- BRASIL. **Base nacional comum curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília/DF: MEC/ CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 16 dez. 2020.
- CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. **Ciências no ensino fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 1998.
- FERNANDES, Shirley Alves de Souza. **Projetos de pesquisa**: a prática docente entrelaçada ao ensino de ciências e de arte a partir de temas ambientais. Jataí: IFG, 2019. Dissertação, Instituto Federal de Goiás – Campus Jataí, 2019.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GOUVEIA, Cristiane Talita Gromann de; GOUVEIA-NETO, Sérgio Candido de. O ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: uma proposta metodológica a partir da bncc. **Horizontes Revista de Educação**, Dourados-MS, v. 8, n. 15, p. 39-60, jan./jun. 2020. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/horizontes/article/view/10649>. Acesso em: 15 jan. 2021.
- HERNÁNDEZ, Fernando; VENTURA, Montserrat. **A organização do currículo por projetos de trabalho**: o conhecimento é um caleidoscópio. Tradução Jussara Haubert Rodrigues. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- KLEIN, Carine Leal. **A cartilha como instrumento para auxiliar o desenvolvimento de projetos de educação ambiental**. Passo Fundo: UPF, 2018. Dissertação, Instituto de Ciências Exatas e Geociências, Universidade de Passo Fundo, 2018.
- MINATEL, Maria Angela Dias dos Santos. **Retratos de uma sala de aula**: Projetos e Resolução de Problemas na Matemática dos Anos Iniciais. Bauru- SP: UNESP, 2014. Dissertação, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, 2014.



NACARATO, Adair Mendes. **Práticas docentes e educação matemática nos anos iniciais do ensino fundamental**. Curitiba: Appris, 2013.

PÁDUA, Elisabete Matallo Marchesini de. **Metodologia da pesquisa**: abordagem teórico-prática. Campinas, SP: Papirus, 2018.

ROMANOWSKI, Joana Paulin; ENS, Romilda Teodora. As pesquisas denominadas do tipo "estado da arte" em educação. **Revista Diálogo Educacional**, Paraná, v. 6, n. 19, set./ dez, p. 37-50, 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1891/189116275004.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2020.

SILVA, Cinthia Luiz da. **Uma experiência de formação docente continuada com o tema aprendizagem baseada em projetos**. Ouro Preto: UFOP, 2020. Dissertação, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, 2020.

SILVA, Denis de Oliveira. **Metodologia de projetos no ensino das ciências**: reflexão, estratégia e prática metodológica no 5º ano do ensino fundamental na escola São Pedro do Parananema. Parintins/AM: UEA, 2017. Dissertação, Programa de Pós- Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia-PPGEEC, Universidade do Estado do Amazonas, 2016.

SILVA, Viviane Clotilde da; GARNICA, Vicente Marafioti. Mostruário de práticas: considerações sobre a formação e a atuação de professores dos anos iniciais a partir das feiras catarinenses de matemática. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 29, n. 53, p. 909-935, dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/t5zwmN4dxQSxxmQQg8KTcm/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 06 maio 2020.

YAMASHIRO, Claudia Roberta Calone. **Formação de professores pela construção coletiva de um projeto de educação ambiental na escola**. Bauru: UNESP, 2007. Dissertação, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, 2007.

ZABALA, Antoni. **Enfoque globalizador e pensamento complexo**: uma proposta para o currículo escolar. Tradução Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2002.

A Água no contexto de aprendizagem em Ciências no Ensino Fundamental: uma abordagem investigativa em representações sociais

Michele Bortolai*, Daisy de Brito Rezende**

Resumo

A Água é um recurso natural necessário à sobrevivência. Essa afirmação expressa o compromisso e dever social quanto à sua utilização e preservação. A Água como temática investigativa é um objeto amplamente estudado em todos os níveis de ensino, a partir de estudos escolares, projetos interdisciplinares e pesquisas educativas. É nesse sentido que esta pesquisa tem por objetivo compreender a Representação Social da Água de 75 alunos do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública da cidade de São Paulo, apresentando parte dos resultados de uma tese de doutoramento. O grupo investigado respondeu a um questionário de associação livre de palavras ao termo indutor Água, com justificativas para os 437 termos evocados. As respostas foram submetidas aos *softwares* Evocation 2005, identificando-se a saliência dos termos pela análise do Quadrante de Vergès e, IRaMuTeQ, salientando a conectividade dos termos através da Árvore de Similitude Máxima. Os resultados encontrados mostraram que os termos mais expressivos foram Tomar banho, Beber água, Economia e Desperdício, compondo o Núcleo Central desta Representação Social e ressaltando a importância da água no cotidiano dos sujeitos pesquisados. A abordagem teórico-metodológica da Teoria das Representações Sociais, complementada pela Teoria do Núcleo Central, oportuniza aos professores e demais estudiosos da realidade escolar a compreensão e obtenção de informações sobre contextos em que a aprendizagem escolar acontece de tal forma que a prática educativa seja uma ação mobilizadora do conhecimento de modo significativo para os estudantes e os docentes.

Palavras-chave: Representação Social; Teoria do Núcleo Central; Ensino de Ciências; Água.

* Docente no curso de Licenciatura em Química no Centro de Formação de Professores da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, vice-líder do RESSONAR (UFRB) e integrante do LiEQui (USP), Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6055875748216127>, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9837-7062>, E-mail: michelemb@ufrb.edu.br

** Docente no Instituto de Química da Universidade de São Paulo, Departamento de Química Fundamental, coordenadora LiEQui (USP), Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2204733820298316>, Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7715-0427>, E-mail: dbrezend@iq.usp.br

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i2.12729>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em: 05/07/2021; Aceito em: 01/11/2022

ISSN: 2595-7376



Introdução

É consenso entre os estudiosos do contexto escolar a importância das aprendizagens em Ciências da Natureza (DIAS, 2016; SANTOS, 2007; TAVARES, 2009; ZANON, 2012). Dias (2016, p. 10) corrobora essa apreensão ao afirmar que *“É unânime entre os estudiosos de todo o mundo a importância do ensino de Ciências na formação dos estudantes para serem cidadãos críticos e reflexivos, preparados para o exercício da cidadania [...]”*. Esta *“[...] preocupação crescente com a educação científica vem sendo defendida não só por educadores em ciências, mas por diferentes profissionais [...]”* (SANTOS, 2007, p. 475). Sua relevância aponta para a formação de indivíduos conscientes de seu papel na sociedade e para a compreensão de que a Ciência é um construto humano em constante processo de transformação. Essa informação traz à lume uma ação docente comprometida com a melhoria da qualidade do ensino através da presença mais ativa dos estudantes envolvidos com a própria aprendizagem.

Nessa perspectiva, Santos (2007, p. 475) discute que a intencionalidade da ação docente está além de *“[...] levantar referenciais para estudos na área de currículo, filosofia e política educacional [...]”*, mas também em *“[...] analisar o papel da educação científica na formação do cidadão.”* Assim, cada vez mais as políticas curriculares nacionais estão se desenvolvendo em torno de novos contextos, sejam eles: familiar, político, escolar, disciplinar, pois novos discursos se erguem e influenciam a construção de um currículo mais integrador. Esses discursos são expressos nas vozes de pesquisadores acadêmicos junto aos professores nas escolas, uma vez que podem nortear os princípios organizacionais da Escola Básica. Assim, as propostas curriculares são reinventadas e sofrem transformações e recontextualizações devido a dinâmica e heterogeneidade do processo de sua construção que passa por releituras nos diferentes grupos sociais. Em outras palavras, a cada realidade novos grupos se formam em diferentes contextos, influenciando e sendo influenciados pelas transformações e necessidades da sociedade, cada qual com seus princípios históricos, valores sociais e interesses políticos.

É nesta acepção que se pauta a visão de que a aprendizagem das Ciências acontece no contato entre os pares e pela interação com o meio físico e social. Nessa perspectiva, a construção do conhecimento é social e o aluno não o recebe passivamente. Reflete sobre ele, faz observações, fomenta discussões, enfim, não

há neutralidade nos processos educativos. É nesse sentido que buscou-se apontar neste texto para a relevância de estudos sobre a Água no ensino de Ciências, pois este tema tem sido discutido em diversas pesquisas relacionadas à construção do currículo escolar. Por exemplo, em uma pesquisa realizada por Gouvea, Santos, Cardoso e Sousa (2015, p. 164), com alunos de uma escola pública de Educação Básica localizada em Mato Grosso, para sensibilização e conscientização quanto ao uso adequado da água, identificou-se “[...] *que os alunos demonstravam grandes dificuldades de compreensão em relação ao uso, à importância e ao desperdício da água que utilizavam.*”. O objetivo das atividades realizadas durante a pesquisa era levar os alunos a refletirem sobre suas práticas cotidianas inadequadas, passando ao consumo consciente e valoração da água potável.

Resultados que apontam neste mesmo sentido estão expressos na pesquisa realizada por Quevedo (2005, p. 71), através de uma investigação realizada com alunos do Ensino Médio do Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, em Natal. O levante da pesquisa sobre percepção da água permitiu ao pesquisador identificar que para esses sujeitos “[...] *água é sinônimo de vida, muito embora a relação que mantém com ela parece dúbia e, muito mais funcional do que ecológica; consideram-na um recurso finito, um patrimônio indispensável à vida, [...].*”

Ainda nesta temática e fortalecendo as ideias das investigações já apresentadas tem-se a pesquisa “O tema água no Ensino de Ciências: uma proposta didático-pedagógica elaborada com base nos três momentos pedagógicos”. Esse estudo foi realizado por Dias (2016) com alunos de 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Minas Gerais. Em sua pesquisa, Dias (2016) identificou que os estudantes conseguiram compreender a complexidade e a importância do tratamento da água e as etapas envolvidas nesse processo. As atividades realizadas durante a pesquisa levaram os alunos a discussões e reflexões acerca da necessária potabilidade da água para consumo humano, assim como possibilitou a interação dos alunos com seus pares e permitiu que extrapolassem seus conhecimentos para as experiências vividas em seu cotidiano, além de certa aproximação com a formação de conceitos científico-escolares. Neste sentido, Dias (2016, p. 83) também percebeu nas respostas dos alunos que “[...] *eles conseguiram observar a relação da temperatura com a mudança do estado físico das moléculas [...]*” de água. Outras respostas dos alunos também mostraram sua compreensão dos fenômenos físicos e químicos melhorando “[...] *as suas percepções durante o desenvolvimento da atividade [...]*”.



Também o ensaio escrito por Bacci e Pataca (2008) apresenta uma reflexão sobre a “Educação para a água” no ambiente escolar. Os autores elencaram alguns aspectos para a disseminação desse conhecimento através de um currículo em que se desenvolvessem projetos interdisciplinares. No texto, os autores transitam entre a importância do conhecimento sobre a água e sua influência para o desenvolvimento histórico e cultural em uma sociedade em constante processo de transformação, trazendo à tona discussões sobre a formação crítica dos cidadãos capazes de agir para além do grupo em que estão inseridos. Bacci e Pataca (2008, p. 217) discutem que

A educação para a água não pode, dessa forma, estar centrada apenas nos usos que fazemos dela, mas na visão de que a água é um bem que pertence a um sistema maior, integrado, que é um ciclo dinâmico sujeito às interferências humanas. Compreender a origem da água, o ciclo hidrológico, a dinâmica fluvial e o fenômeno das cheias, os aquíferos, bem como os riscos geológicos associados aos processos naturais (assoreamento, enchentes) é essencial para que possamos entender a dinâmica da hidrosfera e suas relações com as demais esferas terrestres.

Essas publicações destacam aspectos acerca do ensino em Ciências da Natureza relacionados a importância da aprendizagem sobre a Água, desde os anos iniciais da Escola Básica, pois é nesse período “[...] em que se investe prioritariamente no processo de alfabetização das crianças, que as habilidades de Ciências buscam propiciar um contexto adequado para a ampliação dos contextos de letramento.” (BRASIL, 2017, p. 331). Assim, refletir sobre as contribuições das Ciências para a formação geral dos alunos desde o início do processo de escolarização abre um leque de possibilidades para a atribuição de significados a esses conhecimentos, de modo a torná-los mais abrangentes e de mais fácil compreensão. Ações nesse âmbito viabilizam inovações nos métodos de ensino, mediante abordagens contextualizadas que contemplem os interesses dos educandos (BRASIL, 2017).

Associar a vivência dos alunos ao currículo da Educação Básica envolve um conjunto de conhecimentos a serem praticados na escola, a partir de estratégias que levem os estudantes a compreenderem e se apropriarem de uma nova forma de pensar sobre a Natureza. Assim, os alunos passam a compreender como a Ciência contribui para o desenvolvimento da sociedade, em seus vários aspectos: tecnológico, histórico, social, político e cultural (BRASIL, 2017). Nessa perspectiva, a escola é vista como espaço de aprendizagens onde se manifestam práticas culturais diversificadas, buscando vincular aspectos que extrapolam aqueles trazidos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), e que se referem às interações presentes no

ambiente formal de aprendizagem (SCHWERTNER, 2017). Portanto, repensar esses espaços significa superar a existência de uma prática educativa sem fundamentos científicos e epistemológicos e buscar por um ensino de Ciências pautado no trabalho conjunto dos alunos, que desperte sua curiosidade para além de manuais didáticos que não valorizam seus conhecimentos prévios ou seu pensar (BAYERL, 2014; PRZEPIURA, KOGA; ROSSO, 2015; TAVARES, 2009). Em outras palavras, reconhecer que o aluno é o sujeito de sua aprendizagem é o primeiro passo para o estabelecimento de ações que resultem em laços entre ele e o meio que o cerca. Assim, mudanças no cotidiano escolar são necessárias, de modo que a construção dos conhecimentos científico-escolares esteja alicerçada no vivenciado pelos alunos e nos princípios norteadores do trabalho pedagógico em sala de aula.

Essas reflexões trazem à nossa compreensão que o currículo é uma construção cultural que envolve conhecimentos produzidos por diversos segmentos sociais. Essa mistura de saberes e culturas, originados em diferentes campos sociais trazem possibilidades ao professor de conhecer seus alunos, como eles aprendem e a melhor maneira de tornar o conhecimento interessante para sua aprendizagem. Entretanto, como é discutido por Albino e Silva (2019, p. 140), os documentos da base nacional comum trazem um ideário de planejamento curricular que desconsidera realidades locais mais específicas. Esse modelo de educação “[...] vai pleitear uma formação do homem como recurso humano e não como sujeito, o que lhe confere a feição de um ‘objeto do capital moderno’ ”.

A superação desse viés curricular da atual educação nacional brasileira pode se dar pela construção de um currículo integrador e horizontal, que considere as realidades locais e contribuindo para a superação dessas visões distorcidas da educação e do ensino. Assim, os documentos que norteiam as políticas públicas educacionais devem ser construídos com especial atenção às implicações pedagógicas sobre ela estabelecidas (ROSA, OLIVEIRA, PAVAN e CORRADI, 2012) e decorrentes desse movimento ação-reflexão-ação que ocorre na confluência entre a teoria e a prática, isto é, na *práxis* educativa. Desse modo, é possível reconhecer a importância do cotidiano escolar e das relações cognitivas e afetivas que transcendem o ensino de técnicas e priorizam os processos formativos mais democráticos, rompendo com as visões simplistas da Educação em Ciências e das discussões sobre o cotidiano escolar.

Essas discussões sobre a aprendizagem em Ciências acontece, em grande parte, em âmbito escolar. Entretanto, precisa ser recontextualizado pedagogicamente e



articulado aos saberes que o indivíduo traz consigo do universo exterior a este espaço. Fatores sociais e culturais diversificados são condições reais para a ressignificação do conhecimento advindo da esfera científica e “[...] *requer intervenções deliberadas, em especial do professor, nela já enculturado.*” (ZANON, 2012, p. 242).

Através da enculturação o indivíduo se apropria dos elementos culturais de uma sociedade. Nessa perspectiva, a construção do conhecimento escolar em Ciências pode ser dita como social, ou seja, partilhada entre seus membros, possibilitando que novas formas de saber coexistam dialogicamente com saberes já existentes, se articulando e se transformando, conferindo novos significados ao ensino. Desse modo, tanto os sujeitos como os conhecimentos estão em interação na esfera científico-escolar. Essa relação se completa pelas experiências vividas e incorporadas no espaço educacional, pois a escola é um ambiente dinâmico e não-linear de aprendizagens. A correspondência entre as esferas do conhecimento, científica e escolar, se imbricam na constituição circulante da realidade. A passagem de uma esfera a outra acontece mediante interesses e referências pessoais, resultantes de contextos passados, capazes de possibilitar significações a aprendizagem das Ciências. Em outras palavras, a construção do conhecimento científico-escolar não é estanque e superficial, é um processo que ocorre “[...] *mediante a produção de sentidos em contextos diversificados de interação social.*” (ZANON, 2012, p. 246).

Intervir na realidade vivenciada no cotidiano escolar envolve ações para a superação de resistências, chamando a responsabilidade do Estado para esse processo na garantia de condições de ações e programas voltados aos sistemas educacionais, compreendendo as particularidades de cada região, passando por uma reflexão mais aprofundada da prática docente e da ressignificação do conhecimento escolar. A necessidade de mudanças emerge das fragilidades do trabalho escolar, que para ser mais efetivo, deveria perpassar a formação e valorização do professor, que envolve as políticas públicas relacionadas à Educação Básica para que tragam profundas mudanças ao processo de escolarização. Trata-se, então, de desvelar a compreensão social que subjaz a diferentes aspectos da prática docente e da aprendizagem escolar.

A investigação do conhecimento escolar contribui para compreensão da realidade em que uma determinada comunidade está inserida. Possibilita, também, certa aproximação ao pensamento dos sujeitos sociais, que, por sua vez, compartilham suas percepções e expectativas acerca das situações que ocorrem ao seu redor. Neste contexto, compreende-se a importância de pesquisas realizadas sob a égide da Teoria

das Representações Sociais para investigar como os alunos significam uma realidade comum, pois uma representação social não é mera reprodução de comportamentos e valores. É um conjunto dinâmico de produções de comportamentos impregnados de sentidos, podendo ser modificada e reconstruída, não permanecendo idêntica, mas sofrendo transformações para se converter em conhecimento comum, que conduz e orienta as práticas sociais da maioria dos grupos de pessoas em sua vida cotidiana (MOSCOVICI, 1978).

Toda representação é um sistema contextualizado de significações através do qual o sujeito social se constitui na interação com o outro e na partilha de significados, tanto em nível individual como no espaço público e social. Assim, a representação vai além da aceitação, endosso ou submissão dos sujeitos. É atribuído um significado ao objeto social, o que possibilita que significações diferentes sejam atribuídas a um objeto social por grupos distintos. Assim, investigar a RS de alunos do Ensino Fundamental sobre Água, na perspectiva da Teoria do Núcleo Central, é uma possibilidade para compreender a realidade desses discentes no que concerne a essa temática.

Para isso, apresentam-se nas próximas seções os resultados encontrados em um estudo realizado sobre a Representação Social da Água (RS) entre 75 alunos do 5º ano do Ensino Fundamental (EF) de uma escola pública localizada na cidade de São Paulo, utilizando-se a abordagem teórico-metodológica da Teoria das Representações Sociais (TRS) complementada pela Teoria do Núcleo Central (TNC).

Pressupostos teóricos em representações sociais

O campo investigativo da TRS propicia a investigação de um determinado grupo social, pois traz consigo reflexões acerca do conhecimento dos indivíduos em suas relações culturais e sociais, em uma interface entre o sujeito, o contexto e o saber. Assim, a RS é “[...] uma forma de conhecimento, socialmente elaborada e partilhada, com um objetivo prático, e que contribui para a construção de uma realidade comum a um conjunto social [...]” (JODELET, 2001, p. 22).

Apoiado em teóricos como Piaget, Lévi-Bruhl e Freud, Moscovici buscou fundamentos da construção desse saber prático recorrendo a dois processos: a objetivação e a ancoragem (MOSCOVICI, 1978; 2007). Esses dois processos, objetivação e an-



coragem, se estruturam pela alternância de dupla natureza das faces figurativas (impressão do sujeito pelo objeto) e simbólica (significação do objeto pelo sujeito).

O primeiro processo, a objetivação, refere-se à estruturação do conhecimento sobre o objeto social, em que o objeto abstrato é materializado por meio de imagens (ou signos). Na objetivação, o objeto do conhecimento passa por uma seleção para posterior internalização (materialização), que o carrega de sentido e o inscreve no universo cognitivo das pessoas “[...] *como uma forma de construir, de interpretar o mundo simbolicamente [...]*” (FERNANDES, 2003, p. 112). O objeto simbolizado é reconhecido através de sua representação. Dessa forma, pode-se admitir que se parta do elemento percebido para atingir aquele concebido, ou seja, objetivar para depois ancorar os elementos de uma representação.

A ancoragem é o processo que atribui sentido ao objeto, através da busca ao que é familiar, para encontrar sua melhor interpretação e, assim, incorporá-la a sua estrutura de pensamento. Na ancoragem, os elementos do pensamento social são integrados cognitivamente ao conhecimento preexistente, influenciando e sendo influenciado pelos comportamentos sociais. Na fase de integração desses elementos, algumas informações são retidas e outras dispensadas em função de normas e condições culturais, ancorando informações em um pensamento já enraizado, a fim de permitir a elaboração de novas representações. Assim, ocorre a familiarização do estranho, simbolizando o objeto e possibilitando, assim, sua compreensão. Esse processo antecede a objetivação quando tende a “[...] *substancializar as ideias abstratas [...]*” e, assim, as incorpora aos esquemas cognitivos do indivíduo, conferindo-lhe inserção e adaptação a uma rede de significados e, depois, atribuindo-lhe sentido (ABDALLA, 2013; MOSCOVICI, 1978, 2012, p. 156).

A compreensão da RS permite a inferência de que seus sistemas funcionem além das instâncias cognitivas, visto que também são sociais. Seu enfoque cognitivo supõe a existência de um sujeito psicologicamente ativo. Já o seu enfoque social é condicionado pelas práticas sociais em que uma representação é elaborada ou transmitida. A lógica das construções sócio-cognitivas é regida por suas próprias regras porque a representação, como um conjunto organizado e coerente, integra o racional e o irracional, ou seja, integra contradições aparentes em uma realidade não tão aparente (ABRIC, 2001).

Nesse jogo dialético existente na constituição das representações sociais se fortalecem as relações entre o universo cognitivo e a realidade social (conceitos e

percepções) através de saberes e experiências provenientes de diferentes origens. Tal aspecto possibilita a inferência de que a cada instante algo ausente se acrescenta e algo presente se modifica tornando frequente o extraordinário (insólito). A transposição de saberes de um universo para outro permite que o objeto em transformação se articule, por livre associação de saberes, tomando e emprestando características, para construir as suas próprias e se tornar familiar de modo compreensível e concreto.

Para Moscovici (2012, p. 39), o fenômeno das representações sociais é reflexo do que ele chama de realidade, “[...] são entidades quase tangíveis, circulam, se cruzam e se cristalizam através da fala, do gesto, do encontro no universo cotidiano.” Elas podem ser percebidas nas relações sociais ou mesmo nos diálogos entre os indivíduos pertencentes a um grupo ao conceberem o conhecimento através de conjuntos compostos por imagens e opiniões.

Quando um indivíduo ou grupo possui uma opinião a respeito de um objeto significa dizer o mesmo que um posicionamento, uma atitude, uma resposta, um comportamento sobre uma situação constitutiva do objeto social. É a expressão dos indivíduos quando do estímulo recebido e interiorizado. É o mesmo que dizer que a reconstrução do objeto por si só não existe e só se realiza através do diálogo sujeito-objeto, como um vínculo social inseparável e característico.

Já a construção das imagens pode seguir por dois caminhos. O primeiro, na perspectiva do campo sensorial (campo do visível), está relacionado à mediação através dos sentidos, em que a forma (concreta) representa a sistematização do conhecimento, anteriormente abstrato. O segundo, associado à memória social e à prática coletiva, revela as experiências sociais de um grupo, através de um espaço-tempo vivido. Sua função principal é a seleção daquilo que vem do interior, mas, sobretudo, do exterior. Nesse sentido, a imagem estaria próxima a uma representação, porém cristalizada em uma única forma forjada no âmbito de um grupo que compartilhe dos mesmos valores (ROCHA, 2010). De fato, Receputi, Pereira, Vogel e Rezende (2020b, p. 315) afirmam que como “[...] as RS são construções de grupos componentes da sociedade e não da sociedade em si, as RS sobre um mesmo objeto podem diferir, desde que elas sejam provenientes de diferentes grupos sociais.” Para esses autores (ibid), as “[...] RS apresentam duas características aparentemente contraditórias, sendo, ao mesmo tempo, estáveis e dinâmicas, consensuais e marcadas pela individualidade dos componentes do grupo.”



É por meio deste pensamento que se alicerça este estudo. Fundamentado na perspectiva teórico-metodológica da Abordagem Estruturalista da TNC. Como proposto por Abric (2001), a RS é constituída por dois sistemas, o central e o periférico. Os termos centrais, geradores e estabilizadores das representações, oferecem maior resistência à alteração, sendo possível identificá-los devido a seu valor simbólico para o grupo social, que se reflete na saliência e conectividade dos termos evocados pelos sujeitos em uma tarefa de associação livre de palavras.

O núcleo central (NC), também chamado de núcleo estruturante, determina a significação e a organização da representação através de duas funções essenciais. Através da função geradora, o NC da RS cria e transforma os elementos constitutivos da representação, atribuindo-lhes significados, ou seja, sentido e valor. A outra função do NC é chamada organizadora e tem a atribuição de unir os elementos da RS no seu entorno, garantindo-lhe estabilidade em contextos móveis e evolutivos. A resistência do NC a mudanças é garantida pela consideração conjunta dos elementos centrais e periféricos da RS e pela distribuição desses elementos nessas esferas. Caso contrário, se os núcleos forem distintos, toda a representação se modificará, tornando a organização do seu conteúdo insuficiente para garantir-lhe centralidade (ABRIC, 2001; SÁ, 2002).

Os termos que constituem o sistema periférico apresentam interfaces com o contexto de elaboração da RS e protegem o NC, sendo responsáveis por sua manutenção. O sistema periférico de uma RS se organiza ao redor do NC e responde pela flexibilidade da representação. A periferia representa o lado mais acessível e concreto da representação por abarcar, em sua constituição, as experiências individuais vividas pelos sujeitos, dado ser sensível ao contexto imediato em que é articulada. Nesse sentido, Abric (2001) comunica que na zona periférica, os elementos podem estar mais ou menos próximos do núcleo, conforme hierarquização realizada pelos sujeitos, desempenhando, desse modo, papel fundamental na significação da representação.

Metodologia

Esta pesquisa de abordagem qualitativa e natureza descritiva (BOGDAN; BIKLEN, 1994; LÜDKE; ANDRÉ, 1986) foi realizada na perspectiva teórico-metodológica da TNC (ABRIC, 2001), complementar à TRS, proposta por Moscovici em 1961 (Moscovici, 1978; 2012). O questionário foi o instrumento utilizado para

apreensão do conteúdo referente ao termo indutor Água, buscando-se evidenciar as ideias mais expressivas de um grupo de 75 alunos do 5º ano do EF de uma escola pública de São Paulo sobre este objeto social determinado. O contato inicial com a escola aconteceu no início de 2015, em reunião realizada com o diretor, assistentes e os coordenadores pedagógicos. A escolha desses sujeitos sociais se deu pelo fato desses estudantes terem vivenciado duas situações contraditórias, uma de racionamento no abastecimento de água da região metropolitana de São Paulo e outra, subsequente, de perdas materiais por invasão da água do córrego próximo às suas residências, em período de chuvas extremas.

A delimitação desse nível de ensino foi determinante para observação de parte do processo de escolarização, pois o conhecimento da RS sobre Água nos anos finais do primeiro ciclo do ensino fundamental pode configurar-se como uma futura fonte de busca de informações para renovação de estratégias pedagógicas relacionadas às aprendizagens em Ciências da Natureza. Assim, para essa busca de informações foram aplicados questionários¹ de livre associação de palavras baseadas na questão indutora Água. Foi solicitado aos alunos que citassem 6 (seis) palavras ou expressões que viessem imediatamente à sua mente quando pensassem em Água, destacando hierarquicamente os 6 (seis) termos mais significativos. Em seguida, justificaram suas repostas dissertando livremente acerca de suas impressões sobre Água, revelando as expressões induzidas (BARDIN, 2011). *“Esse método de associação livre tem caráter espontâneo, menos controlado e, portanto, mais autêntico.” [...] A partir da análise das respostas será possível identificar a possível constituição da estrutura da representação – núcleo central e sistema periférico – sobre Água.*” (BORTOLAI, 2018, p. 127, 128).

Esse processo serviu como ponto de partida para que os indivíduos buscassem em suas vivências um repertório que permitisse dar sentido ao que era perguntado e para justificação de suas respostas. A escolha do conhecimento da RS dos alunos sobre este objeto social deve-se ao fato de que a temática Água permeia seu cotidiano, além do currículo da Educação Básica prever seu estudo ao longo dos anos de escolarização. Segundo a TNC, esta abordagem investigativa permite identificar os termos de maior valor simbólico para o grupo investigado, neste caso o objeto social Água. O valor simbólico se expressa na frequência e hierarquia com que os termos são evocados pelo grupo, isto é, na sua saliência. Os termos de maior valor simbóli-



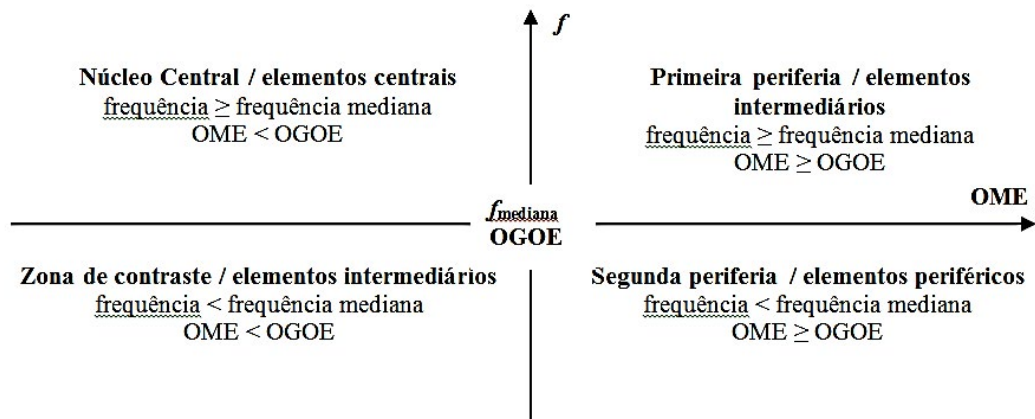
co são também os de maior conectividade com os demais termos da representação, orientando o sentido da representação.

As características metodológicas deste estudo tem a finalidade de atingir o objetivo proposto de “[...] evidenciar a existência de aspectos comuns na diversidade de dados e de integrá-los em um todo coerente [...]” (SÁ, 2002, p. 104), confirmando a presença dos termos mais significativos no NC e periferia. A análise dos dados foi organizada em duas etapas: a análise da saliência e a análise de similitude.

A análise da saliência foi realizada através do método associativo de produção de evocações, isto é, pela aplicação de um questionário de livre associação ao termo indutor Água. Esse método tem caráter espontâneo e permite ter acesso mais rápido aos elementos constituintes do universo semântico referente ao objeto estudado. Também foi solicitado aos sujeitos investigados um trabalho cognitivo de análise e hierarquização de sua própria produção (ABRIC, 2001).

Para análise das informações contidas nos questionários, os termos evocados foram organizados em uma planilha de dados que foi analisada com auxílio do *software* livre Evocation 2005 (VERGÈS, JUNIQUE, BARBRY, SCANO e ZELIGER, 2003), para elaborar o Quadro de Quatro Casas, também designado Quadrante de Vergès em grande parte dos estudos sobre RS. Para isso, relacionam-se a frequência e a ordem média das evocações (OME) conforme equações matemáticas já relatadas na literatura (*vide*, por exemplo, VOGEL, 2016, p. 49, RECEPUTI, PEREIRA, VOGEL e REZENDE, 2020a, p. 8; RECEPUTI, PEREIRA, VOGEL e REZENDE, 2020b, p. 316), adotando-se como valores de corte para a alocação dos termos no plano cartesiano (frequência em função da OME), que constitui o Quadrante de Vergès, a mediana das frequências (f_{mediana}) e ordem geral de ordenamento da evocações (OGOE). “Dessa forma, pelo quadrante de Vergès construído, identificam-se o sistema central e o sistema periférico da representação.” (RECEPUTI, PEREIRA, VOGEL e REZENDE, 2020b, p. 317).

Os quadrantes do Quadro de Quatro Casas (Quadrante de Vergès) deriva da análise da saliência (Wachelke, 2009), como é possível depreender da análise da Figura 1 – *vide* Vogel (2016, p. 49).

Figura 1: Quadrantes de Vergès

Fonte: Vogel (2016, p. 49).

O quadrante superior esquerdo representa os termos com maior valor simbólico e, portanto, maior possibilidade de constituírem o NC da RS, por serem mais frequentes e imediatamente evocados pelos sujeitos ($\uparrow f$ e $\downarrow OME$). Os termos constantes deste quadrante apresentam frequência de evocação acima da f_{mediana} e OME abaixo da média das ordens médias.

Ao mesmo tempo em que as informações constantes do possível NC apresentam um caráter homogêneo e de destaque prototípico, por evidenciar termos evocados por um mesmo grupo social, ele também desvela o caráter individual, ao considerar a OME proveniente da ordem de evocação de cada indivíduo. Estes termos são menos sensíveis a mudanças, em função do contexto externo ou das práticas cotidianas dos sujeitos, sendo, portanto, responsáveis pela significância, estabilidade e organização da RS.

No quadrante superior direito estão alocados os termos que provavelmente compõem a primeira periferia (PP) da RS. Apesar de serem palavras muito citadas pelos sujeitos, são de pouca relevância para o grupo ($\uparrow f$ e $\uparrow OME$). Assim, apresentam frequência de citação acima da f_{mediana} e OME acima da OGOE. “São classificadas como elementos integrantes da primeira coroa do sistema periférico, possuindo uma relação estreita com o núcleo central.” (SALVADOR, 2015, p. 54), assegurando, desse modo, sua estabilidade e permanência.

Já as evocações que possuem baixa frequência e alto grau de importância ($\downarrow f$ e $\downarrow OME$) constituem a zona de contraste (ZC) da RS. Eles são considerados muito

importantes pelos sujeitos pela ordem privilegiada de evocação. A frequência de evocação está abaixo da f_{mediana} e a OME é menor que a OGOE. Assim, estão localizados no quadrante inferior esquerdo por serem importantes para um pequeno grupo da RS e apresentarem estreita relação com o NC, porém tendem a se associar aos significados da PP da representação contrastando com o NC.

O quadrante inferior direito do Quadro de Vergès apresenta os termos alocados na segunda periferia (SP) da RS. Eles possuem uma ligação distante com o NC, são pouco frequentes e definidos como menos importantes entre os termos evocados, mas estão muito próximos à PP, conferindo a sua estabilidade e permanência. A frequência dos termos localizados neste quadrante é menor que a f_{mediana} e a OME está acima da OGOE. Isso significa prontidão de evocação baixa e pouca relevância para a RS ($\downarrow f$ e $\uparrow \text{OME}$).

Além da saliência, como indicador de possibilidade da presença dos termos no NC de uma RS, a conectividade também desempenha papel importante nesse processo. A conectividade pode ser expressa através de um grafo, a Árvore de Similitude Máxima, que evidencia o poder associativo dos termos evocados pelos sujeitos, permitindo identificar quais dos termos advindos da análise prototípica como pertencentes ao NC têm maior probabilidade de sê-lo. Para construir a Árvore de Similitude Máxima, utilizou-se o *software* Iramuteq (RATINAUD; DEJEAN, 2008). Através da Árvore de Similitude Máxima podemos destacar os termos mais centrais daqueles mais periféricos, devido a sua forte capacidade associativa (SÁ, 2002). Quanto mais elevada for a conectividade ($\uparrow \text{Ar}$ =arestas e $\uparrow \Sigma \text{co}$ =somatório de co-ocorrências), mais ligados entre si os termos estarão. Na aresta (Ar) está indicado o índice de co-ocorrência (co), isto é, a quantidade de vezes que dois termos foram simultaneamente evocados. Isto é, a conectividade pode ser evidenciada através do método da constituição de pares de palavras, representadas pelas arestas do grafo. Cada par de itens formado possui um índice de similitude, que consiste na relação de co-ocorrências e o número de sujeitos envolvidos. Segundo Receputi, Pereira, Vogel e Rezende (2020b, p. 317),

A análise prototípica tem por objetivo identificar os termos dos sistemas central e periférico da RS, ou seja, evidencia a estrutura da representação em função da saliência das evocações feitas. Por sua vez, a análise de similitude permite identificar as relações entre os termos dos sistemas central e periférico, ou seja, o poder associativo dos termos centrais da RS.

As informações obtidas destes dois instrumentos de análise permitem inferir quais termos têm maior valor simbólico para o grupo, no que se refere ao objeto social investigado, pois a saliência e poder associativo dos termos são seu reflexo. Essas propriedades podem ser inferidas pela frequência, hierarquia e conectividade dos termos evocados a partir de um termo indutor que compreenda o objeto social que se queira investigar. Portanto, a conjugação destas variáveis permite identificar os termos constituintes do NC e da periferia da RS sobre Água destes sujeitos.

Resultados e discussão

Através da abordagem teórica da TNC é possível realizar a análise da organização interna da RS sobre Água dos sujeitos sociais, exaltando os termos presentes no NC e na periferia da RS. As análises e a discussão dos dados encontrados serão realizadas a partir do diálogo entre as informações obtidas do Quadrante de Vergès e da Árvore de Similitude Máxima. O valor simbólico dos termos obtido através das variáveis necessárias para a obtenção do Quadrante de Vergès, gráfico cartesiano apresentado na Figura 1 e 2, encontram-se na Tabela 1 e são determinadas ao analisarem-se os dados fornecidos pelo Evocation 2005 (*vide* Quadro 1). Os dados mostrados no Quadro 1 completam as informações que se obtêm do Evocation 2005 (EVOC).

Tabela 1: Variáveis utilizadas para obtenção do Quadrante de Vergès através do programa EVOC

OGOE	$f_{\min}$	f_{mediana}
Ordem geral de ordenamento da evocações	Frequência mínima	Mediana das frequências
3,5	6	12

Fonte: elaboração própria

Quadro 1: Dados utilizados na construção do Quadrante de Vergès e Árvore de Similitude Máxima

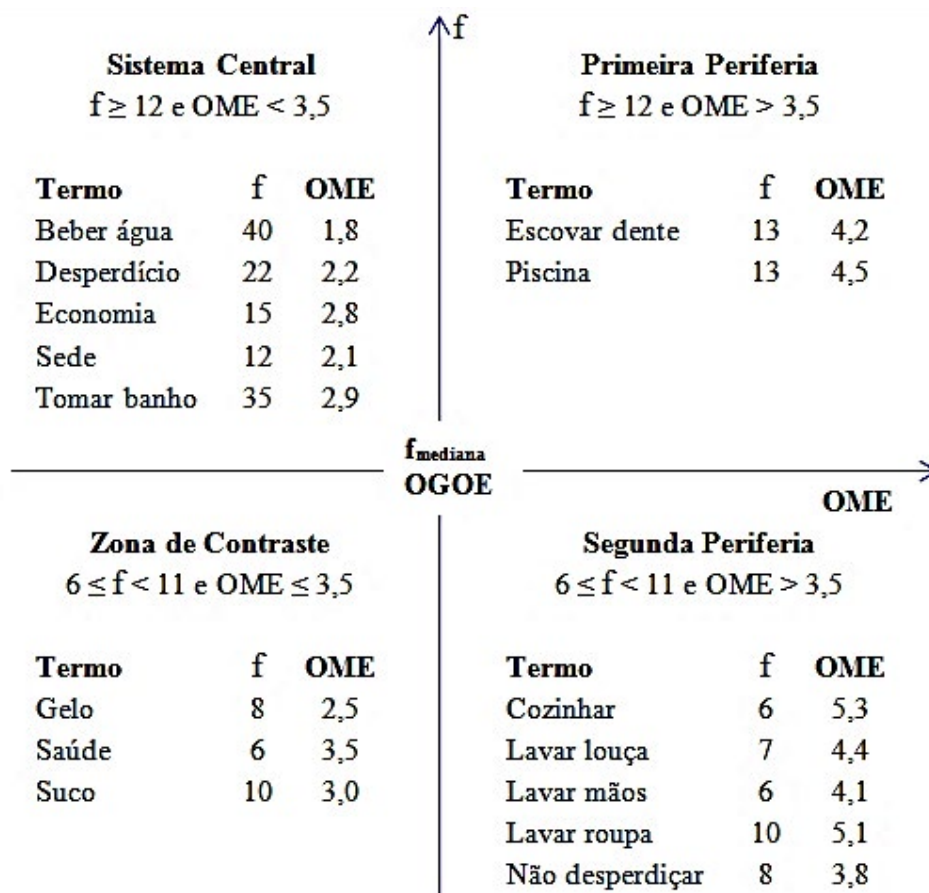
SE= 75 (alunos envolvidos na pesquisa)
Tev= 437 (quantidade de termos evocados)
n= 6 (quantidade de termos solicitados para evocação no questionário de associação livre de palavras)
 n_j = 168 (quantidade de diferentes termos evocados)
 $f_{\max}$ = 40 (frequência máxima)

Fonte: elaboração própria

Os valores constantes da Tabela 1 e Quadro 1 foram obtidos com auxílio do EVOC, gerando-se um arquivo que apresenta a quantidade de sujeitos envolvidos na pesquisa ($SE = 75$) e o total de termos evocados ($Te_v = 437$), correspondendo a 97% do total previsto. Este número ($Te_v = SE \times n = 75 \times 6$) deveria ser de 450 palavras, entretanto, não foram todos os alunos que evocaram as seis palavras referentes ao termo indutor. Desse montante, 168 eram diferentes (n_j), fato que demonstra que esses alunos tinham um amplo repertório de significância para o termo indutor.

Ainda para a construção do Quadrante de Vergès (valores fornecidos pelo EVOC estão listados na Tabela 1) é necessário determinar a frequência mínima de corte (aquela que leva à eliminação dos resultados mais individuais ou devido a grupos minoritários, que constituem o grupo social). Em geral, adota-se como valor de corte a frequência imediatamente inferior àquelas que abrangem cerca de 50% dos termos evocados, excluindo-se da amostra todos aqueles termos citados com frequência inferior à frequência mínima ($f < 6$), resultando na permanência de 15 termos de maior significância (211 citações; 48,3%) e exclusão de 226 citações ($437 - 211 = 226$; 51,7%). Isso significa dizer que das 168 diferentes evocações, 15 foram citadas 6 vezes ou mais. Isto é, permaneceram para análises da saliência e da similitude aqueles termos com maiores frequências, portanto com menor diversidade, pois possuem maior valor simbólico para o grupo. As evocações excluídas eram mais dispersas e menos expressivas para a identificação da centralidade da RS sobre Água.

O valor para a OGOE (considerada 3,5 para esta pesquisa) é obtida pela média das OME (ordem média de evocações; calculada através dos pesos atribuídos às evocações)². O valor da frequência mediana dos diferentes termos ($f_{\text{mediana}} = 12$) também é utilizado para distribuição dos termos da RS nos quadrantes³ do Quadrante de Vergès, identificados como sistemas central e periférico (*vide* Gráfico apresentado na Figura 2). O gráfico apresentado na Figura 2 refere-se ao registro das ideias mais prontamente elencadas pelos alunos sobre a RS da Água, expressando a importância atribuída a cada um dos termos evocados pelos sujeitos (OME) que, combinada com a f (frequência dos termos evocados), possibilita a identificação da saliência e localização central ou periférica dos termos desta RS.

Figura 2: Gráfico cartesiano simbolizando o Quadrante de Vergès para a RS sobre a Água

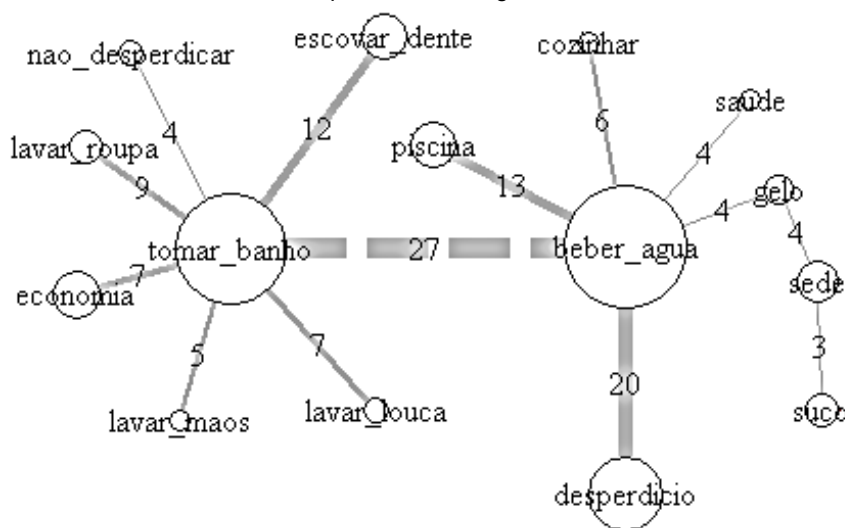
Fonte: Bortolai (2018, p. 176)

Já na análise de similitude, o poder associativo (conectividade) é determinado pela existência de conjuntos de pares, visto o número de co-ocorrências (ligações) entre dois termos, obtendo-se a Árvore de Similitude Máxima. A árvore é um grafo constituído por termos conexos entre si, mas com apenas uma ligação entre cada par de termos. A conectividade entre cada par de termos é registrada no decorrer de cada aresta (ligações entre os termos evocados). Ela pode ser evidenciada através do método da constituição de pares de palavras (reagrupamento de palavras). Cada par formado possui um índice de similitude, que consiste na relação de co-ocorrências e o número de sujeitos envolvidos. Em outras palavras, cada aresta (Ar) do grafo representa a ligação entre dois dos termos (vértices) mais expressivos que foram

evocados. Já o somatório das co-ocorrências (Σco) expressa a quantidade de termos evocados, ao mesmo tempo, pelos alunos.

A Árvore de Similitude Máxima está representada na Figura 3. Para sua construção foram utilizados os dados constantes do Quadro 1, através da inserção da planilha de dados no programa Iramuteq. A combinação da conectividade (poder associativo) e saliência entre os termos evocados pelos sujeitos, fornecem maiores evidências para a identificação dos termos provenientes da análise prototípica como pertencentes ao NC ou a periferia da RS.

Figura 3: Árvore de Similitude Máxima para a RS da Água



Fonte: elaboração própria.

Para a identificação da estrutura da representação, tem-se a relação entre expressivos valores de saliência (expressa na frequência e hierarquia de evocação do termo) e conectividade (evidenciada pelo grau de similitude) que induz a compreensão dos prováveis termos pertencentes ao NC. Já os baixos indicativos de saliência e de conectividade permitem inferir que esses termos estejam presentes na periferia da RS (*vide* Tabela 2). Quando um termo tem alta frequência nas evocações dos indivíduos significa que é importante na vida cotidiana, isto é, a estrutura da representação pode se modificar, por variação dos termos periféricos, sem que ocorram rupturas de significado no NC da representação do grupo social.

Tabela 2: Saliência e Conectividade dos termos mais representativos relacionados ao termo indutor Água

	Termos	Saliência		Conectividade	
		f	OME	Ar	Σco
NC	Beber água	40	1,8	6	74
	Desperdício	22	2,2	1	20
	Economia	15	2,8	1	7
	Tomar banho	35	2,9	7	72
PP	Escovar dente	13	4,2	1	12
	Piscina	13	4,5	1	13
	Sede	12	2,1	2	7
ZC	Saúde	6	3,5	1	4
	Suco	10	3,0	1	3
	Gelo	8	2,5	2	8
SP	Lavar mãos	6	4,1	1	5
	Lavar roupa	10	5,1	1	9
	Lavar louça	7	4,4	1	7
	Cozinhar	6	5,3	1	6
	Não desperdiçar	8	3,8	1	4

Fonte: elaboração própria.

A compreensão do significado atribuído aos termos que caracterizam a centralidade e periferia da RS sobre a Água indica o contexto em que ela se constituiu, refletindo as vivências dos sujeitos sociais e sua relação com o objeto da RS. Da observação da representação gráfica do Quadrante de Vergès (Figura 1 e 2) e da Árvore de Similitude Máxima (Figura 3) foi possível inferir os 15 termos com maior valor simbólico como representantes da estrutura interna desta RS. A partir dos dados obtidos da análise de saliência e similitude (Figuras 2 e 3) foi elaborada a Tabela 2, com a finalidade de facilitar a observação da complementariedade das análises da saliência e do poder associativo, que refletem o valor simbólico dos termos.

O núcleo central da representação social

Os termos com frequências maiores ou iguais à frequência mediana ($f_{\text{mediana}} = 12$) e valores para OME menores ou iguais do que o determinado para a OGoe (3,5) são alocados no quadrante superior à esquerda do Quadrante de Vergès (Figura 2). Estes são os prováveis termos constituintes do NC da RS, devido à sua saliência. Da

análise da Árvore de Similitude Máxima (Figura 3) foi observada a conectividade dos termos mais representativos, a saber:

- Beber água ($f=40$ e $OME=1,8$; $Ar=6$ e $\Sigma co=74$)
- Tomar banho ($f=35$ e $OME=2,9$; $Ar=7$ e $\Sigma co=72$)

Os termos Beber água e Tomar banho possuem maior valor simbólico que os demais termos da RS, com a alta saliência (alto índice de frequência e baixo valor de OME) e o alto poder associativo aproximados (o termo Beber água possui 6 arestas e o termo Tomar banho possui 7 arestas). Esses dois termos (pertencentes ao NC) estão conectados pela aresta que indica o maior índice de similitude (igual a 27) para esta RS.

As outras conectividades do termo Beber água se realizam com o termo Desperdício (conectados pela aresta com índice de similitude igual a 20) e com outros termos pertencentes a periferia da RS (Piscina, Cozinhar, Saúde e Gelo). Já o termo Tomar banho apresenta demais conectividades com os termos Escova dente, Não desperdiçar, Lavar roupa, Lavar mãos, Lavar louça e Economia (pertencentes a periferia).

Estes dois termos pertencentes ao NC (Beber água e Tomar banho) são os termos mais estáveis e expressivos desta representação, pois são mais resistentes a mudanças e também apresentam maior conectividade que os demais termos da RS. Dessa observação pode-se depreender que quanto maior for o número de sujeitos que evoquem os mesmos termos (maior índice de similitude), mais conectados eles estarão. Assim, estarão também mais próximos de pertencerem ao NC da representação. Se a frequência dos termos evocados for alta, a similitude (conectividade) também será alta e vice-versa. Os termos Beber água e Tomar Banho organizam os demais componentes, orientam comportamentos e expressam as ações dos sujeitos sociais. Neste caso, são termos relativos às necessidades primárias dos sujeitos sociais, como saciar a sede – Beber água - e manter a higiene do corpo – Tomar banho.

Nas justificativas para a evocação do termo Beber água, referidas por dois alunos investigados - “[...] é boa para beber, contém muita proteína, porque ela fortalece nossos ossos, ela contém muito cálcio” e “[...] eu bebo muito líquido, mas quase nunca bebo água pura.” - há uma tentativa de explicação para os benefícios do consumo da água para o organismo. Entretanto, essas justificativas trazem em si a necessidade de aprendizagens mais significativas, ao longo de seu percurso escolar, sobre concei-

tos relacionados à composição da água potável e suas propriedades, para que sejam finalmente capazes de diferenciar a água potável, própria para consumo humano (que contém vários sais e oxigênio dissolvidos) da substância água, que tem uma composição molecular definida.

Os termos Sede e Beber água apresentam significados semelhantes, porém diferenciados para parte dos alunos investigados. O termo Beber água apresenta maior frequência e poder associativo do que o termo Sede, indicando seu valor simbólico. Pode-se inferir pelo significado dos termos, Sede e Beber água, que as relações deles são análogas, devido ao significado conferido por uma parcela dos alunos, que ressaltam a importância da água ou da falta dela para a saúde e bem estar. Essas relações estão expressas nas falas dos alunos, como segue:

Beber água - se eu estou com sede vou beber água; porque sem sede nós não bebemos água e aí acabamos ficando sem hidratar o corpo; beber água nos ajuda a ter disposição; é porque quando a gente está jogando futebol nosso corpo fica cansado e é importante beber água; beber água todos os dias para hidratar o corpo; precisamos beber água para viver; sem beber água a gente morre; o gelo vira água para que possamos tomar; a água hidrata nosso corpo e nos dá muita energia; é boa para beber, contém muita proteína, porque ela fortalece nossos ossos, ela contém muito cálcio; eu bebo muito líquido, mas quase nunca bebo água pura; porque a água mata a sede e dá saúde; se não chover, a Cantareira não enche e nós ficamos com sede; a água purifica tudo, naturalmente cai das nuvens pra gente beber.

Sede – sede é muito bom, eu bebo sempre, se não nós iríamos morrer de sede, por isso todos devem beber água; eu gosto da água porque ela nos limpa, lava meu corpo por dentro, ela mata minha sede e tudo mais; a água mata a sede; sede significa que uma pessoa está com vontade de beber água.

Tomar Banho - lavar as mãos para prevenir doenças; se limpar pra não ficar fedorento; se lavar e tirar os germes; é bom pra ficar cheiroso, mas tem gente que desperdiça muito; tomar banho nos deixa limpos; é bom tomar banho no calor; tomar banho é essencial.

Em estudo realizado por Fridrich e Baldin (2015), com 145 crianças de 5^{as} anos do Ensino Fundamental, foram analisadas suas representações sociais e percepções



ambientais quanto à preservação, conservação e valoração da água. Dos resultados obtidos, percebeu-se que as crianças demonstraram preocupação em relação à poluição da água e demais problemas ambientais. Ou seja, também foram ressaltadas na investigação certa apreensão das crianças quanto ao descuido, degradação e uso indiscriminado de recursos presentes na natureza.

Os autores também relataram em suas observações que “[...] o comportamento individualista, capitalista e antropocêntrico do homem [...] pode levar ao estado de degradação.” *Essas crianças demonstraram-se preocupadas, pois percebem que a preservação de recursos naturais é de grande importância.* Assim, se mostra urgente “[...] maior conscientização da população quanto ao uso da água.”, seja “[...] em atividades realizadas diariamente como o uso da água para beber, tomar banho, lavar roupas, regar as plantas, para uso da agricultura e da indústria [...].” (FRIDRICH; BALDIN, 2015, p. 26003, 26004 e 26006).

Como manifestado nas justificativas dos alunos para os termos evocados, pode-se inferir a responsabilização da atividade humana e sua passividade perante os problemas sociais de disseminação de doenças, desperdício de recursos naturais e agravamento dos problemas ambientais. Tais inferências sugerem que esses alunos estão preocupados com a questão ambiental de preservação e consumo racional da Água, de modo a evitar a sua escassez, tanto para o próprio consumo, como também para higiene pessoal e coletiva.

Destaca-se também nesta análise, que embora os termos Sede, Desperdício e Economia estejam, inicialmente, localizados no NC, suas conectividades apresentam baixos índices de similitude (baixo poder associativo), portanto, não pertencem ao NC desta RS sobre a Água, devendo seu pertencimento se referir à PP, localizada no lado superior direito do Quadrante de Vergès (valores de frequência acima da frequência mediana – $f \geq 12$). Por fim, é possível inferir pela análise conjunta da saliência e da similitude que os termos representantes do NC desta RS sobre a Água são Beber água e Tomar Banho. Os demais termos pertencem a periferia da RS.

A periferia da representação social da água

O sistema periférico da RS é representado pela PP, ZC e SP. Este sistema, por ser mais dinâmico e flexível, está propenso a transformações mais imediatas, de forma que as experiências que os sujeitos vivenciam em seu cotidiano produzem

diferenças expressivas nas imediações da representação, enquanto os termos do NC são protegidos e garantem o significado da representação para o grupo. No quadrante superior direito, estão alocados os termos da PP:

- Escovar dente ($f=13$ e $OME=4,2$; $Ar=1$ e $\Sigma co=12$)
- Piscina ($f=13$ e $OME=4,5$; $Ar=1$ e $\Sigma co=13$)
- Desperdício ($f=22$ e $OME=2,2$; $Ar=1$ e $\Sigma co=20$)
- Economia ($f=15$ e $OME=2,8$; $Ar=1$ e $\Sigma co=7$)
- Sede ($f=12$ e $OME=2,1$; $Ar=2$ e $\Sigma co=7$)

Os termos alocados neste quadrante possuem frequência maior ou igual a frequência mediana ($f_{\text{mediana}} \geq 12$), e ordem média de evocações maior que a ordem geral de ordenamento das evocações ($OME > OG OE = 3,5$), com exceção dos termos Desperdício Economia e Sede que, inicialmente, estavam alocados no NC, com OME menor que OG OE ($OME < OG OE = 3,5$). Os termos da PP confirmam a centralidade dos termos alocados no NC, por estarem associados ao significado deles. Os alunos investigados justificam essa afirmação através de relações mantidas entre os termos do NC e os da PP, ou seja, ressaltam a questão do Desperdício e da Economia como fatores indicativos para o uso consciente da água. Também trazem, em suas falas, a demanda pela manutenção da higiene e saúde bucal.

Os termos Sede, Economia e Desperdício, inicialmente, presentes no NC da RS, estão implicitamente relacionados à questão da Água. Essa relação está ressaltada nas justificativas dos alunos, que destacam o desrespeito do homem com seu próximo, quando dizem “[...] enquanto alguns desperdiçam água, outros não a têm para consumir [...]”.

Desperdício – muita gente desperdiça água, joga fora enquanto tem muita gente por aí querendo um copo com água para beber e não tem; tem a ver com água e o desperdício da água; piscina é bom pra ficar no final de semana, mas desperdiça muita água e a gente tem que economizar.

Economia – é importante economizar; sempre economize porque no futuro pode acabar; para nós não morrermos no futuro; é bom economizar pra não faltar; se não economizar nós podemos morrer de sede, então nós temos que cuidar do planeta e da água; economizar no banho; economizar é bom; a água é importante, nós temos que cuidar senão ela acaba.

Piscina – Não encher piscina para economizar água; piscina é bom pra ficar no final de semana, mas desperdiça muita água e a gente tem que economizar; eu gosto de brincar na piscina.

Escovar dente – Para as pessoas não ficarem com a boca fedendo; muitas pessoas escovam os dentes com a torneira aberta; escovar os dentes com a torneira ligada; para nossa higiene; sempre escove os dentes pra não ficar com mau hálito; escovar os dentes para limpar eles e evitar cáries; para a saúde da boca; escovar os dentes para prevenir as cáries.

Esses mesmos alunos também ressaltam a problemática ao se referirem a importância de Economizar a Água para sobrevivência.

O quadrante inferior esquerdo se refere a ZC. Os termos pertencentes a este quadrante são:

- Gelo ($f=8$ e $OME=2,5$; $Ar=2$ e $\Sigma co=8$)
- Saúde ($f=6$ e $OME=3,5$; $Ar=1$ e $\Sigma co=4$)
- Suco ($f=10$ e $OME=3,0$; $Ar=1$ e $\Sigma co=3$)

Neste quadrante, estão alocados os termos que possuem frequência de evocação entre a frequência inferior e a frequência mediana ($f_{\min} \leq f < f_{\text{mediana}}$) e $OME \leq OGOE$. Eles são mais diversificados que os termos do NC, mas são relevantes para um pequeno grupo de alunos. Por exemplo, a conectividade entre Suco e Sede e entre Gelo e Sede desvelam o sentido da importância de saciar a Sede pelo consumo de água. Também a conectividade entre Gelo e Beber água e Saúde e Beber água possibilitam inferir, pelas justificativas realizadas pelos alunos, que a falta de água no organismo procede de um processo inicial de desidratação e que consumir água regularmente resulta em um corpo saudável.

Suco – suco usa água; sem gelo não teria suco bem geladinho; eu gosto muito de gelo com água e gelo com suco; suco porque é feito com água.

Gelo - Sem gelo não teria suco bem geladinho; o gelo vira água;

Saúde – é bom cuidar da nossa saúde; a gente precisa de água para a gente ficar com saúde; é bom pra saúde porque faz bem; beber muita água pra nossa saúde; a água é importante para a saúde; a água faz bem para mim para não ficar doente; a água é bom para a saúde e é bom para o corpo; sem

saúde todos irão morrer; cuidar da saúde para nos mantermos vivos; porque quando eu bebo água eu lembro o quanto é saudável; faz bem para a saúde; é bom para o nosso corpo.

Na SP, localizada no quadrante inferior direito, estão presentes os termos que possuem baixa frequência de evocação ($f_{\min} \leq f < f_{\text{mediana}}$) e ordem média de evocações superior à OGOE ($\text{OME} > \text{OGOE}$). Os termos alocados neste quadrante são:

- Cozinhar ($f=6$ e $\text{OME}=5,3$; $\text{Ar}=1$ e $\Sigma\text{co}=6$)
- Não desperdiçar ($f=8$ e $\text{OME}=3,8$; $\text{Ar}=1$ e $\Sigma\text{co}=4$)
- Lavar mãos ($f=6$ e $\text{OME}=4,1$; $\text{Ar}=1$ e $\Sigma\text{co}=5$)
- Lavar roupa ($f=10$ e $\text{OME}=5,1$; $\text{Ar}=1$ e $\Sigma\text{co}=9$)
- Lavar louça ($f=7$ e $\text{OME}=4,4$; $\text{Ar}=1$ e $\Sigma\text{co}=7$)

Esses termos são mais heterogêneos e instáveis e mais individuais, refletindo a realidade vivenciada pelos alunos do grupo. Os aspectos predominantes em suas justificativas se apresentam relacionados a questões do cotidiano como, por exemplo, higiene da casa e do corpo, desperdício e alimentação. Essas inferências podem ser observadas nas justificativas dos alunos para os termos evocados e localizados na SP, como segue:

Não desperdiçar – Porque tem sempre um que esbanja muita água limpa; água é muito importante pra nossa higiene, mas com cautela pra não desperdiçar; Se não cuidarmos da água ela vai acabar.

Cozinhar – É importante porque nos dá força; é porque em algumas receitas vai água; precisamos de água para fazer comida; fazer comida para nos alimentar; A comida é feita com água, por exemplo os alimentos: cenoura, macarrão, feijão, etc.

Lavar louça – ter a cozinha limpa; lavar a louça é bom pra deixar a nossa casa limpa, mas sem desperdiçar água; pra poder comer; lavar a louça para manter a higiene em casa.

Lavar mãos – lavar as mãos com a torneira aberta; lavar as mãos é higiênico; lavar as mãos para prevenir doenças.

Lavar roupas – é um jeito de você deixar a roupa limpa; pra gente não sair fedendo; para ficar limpa; lavar a roupa para prevenir doenças de pele.

Corroboram tais evidências as pesquisas realizadas por Polli e Camargo (2015, p. 1319-20), com 150 indivíduos, na cidade de Florianópolis. As falas dos sujeitos investigados ressaltam a preocupação com a escassez da água. Tal preocupação está representada através das palavras “[...] *energia, natureza e escassez* [...]” ou mesmo quando “[...] *indicam preocupações com o uso da água para a utilização por todos* [...]”. Os autores também fizeram outras associações das justificativas dos sujeitos entrevistados para o uso da água no cotidiano, quando se referiram aos cuidados necessários com o corpo, a “[...] *seu uso no cotidiano, banho e beber, à sua função de promotora de vida e também de saúde*.” Nota-se, pelas justificativas elencadas, que os termos deste quadrante também estão relacionados com a questão da sobrevivência e manutenção da vida. As relações entre os termos se estabeleceram a partir de questões que envolvem o cotidiano dos sujeitos sociais, principalmente, no que se refere a aspectos como higiene, alimentação e escassez.

Por fim, os resultados encontrados nesta pesquisa possibilitaram compreender a RS sobre a Água e possibilitou também a inferência de que o tema Água foi trabalhado na escola, assim como, era predominante na mídia, levando os discentes a explorarem criticamente as justificativas aos termos evocados, revelando o pensamento decorrente da realidade vivenciada e dos interesses manifestados. As justificativas elaboradas reforçam a questão valorativa relacionada à crise no abastecimento de água, situação pela qual passaram na época em que foram entrevistados, demonstrando que as relações criadas com o termo indutor podem ser condicionantes para o processo de construção do conhecimento científico-escolar.

Os resultados encontrados também possibilitaram ressaltar que, possivelmente, os temas mais abordados pelos professores de Ciências da Natureza remetem a aprendizagens sobre meio ambiente e corpo humano, pois as falas dos alunos não apresentam aspectos referentes às propriedades específicas da água, que poderiam ser abordadas na perspectiva macroscópica nessa etapa da escolarização. Em outras palavras, identificar esta RS sobre a Água simbolizou a compreensão do pensamento de senso comum que esses sujeitos sociais traziam a respeito da Água, sua escassez e o seu uso inadequado. Esse conhecimento levou a compreensão da existência de um saber no sentido em que se mesclam significados que rompem com o estranho e não familiar, legitimando a familiarização de saberes com o cotidiano e com a construção do conhecimento científico-escolar. Diante dessas considerações vale frisar

que o concebido pelos sujeitos sociais se fundamentou em acontecimentos vividos e se revelaram em representações significativas da realidade imediata.

Conclusões

Na época em que a pesquisa foi realizada, a cidade de São Paulo estava enfrentando períodos de racionamento, devido à crise hídrica da região mantida pelo sistema Cantareira e posterior perdas materiais devido às intempéries. No momento presente, de imensa preocupação com a situação do planeta relacionada à pandemia causada através da contaminação pelo COVID-19, provavelmente, outras questões relacionadas à higiene dos ambientes e do corpo seriam mais enfatizadas, devido à influência da mídia e dos temas abordados em sala de aula ressaltarem a relevância desses cuidados para a saúde e prevenção de doenças.

Vivenciar situações de agravamento ambiental e dificuldades de acesso a condições básicas de manutenção da saúde carregaram seus anseios de manifestações, expressas, neste estudo, nos termos elencados para o conhecimento de sua RS sobre a Água e em suas justificativas de escolhas dos termos que a representam, como forma de concretização dos próprios pensamentos. Desse modo, enfatiza-se que os resultados obtidos nesta pesquisa são importantes para as discussões sobre os processos de ensino e aprendizagens nas aulas de Ciências da Natureza, pois os discursos dos estudantes durante o processo de elaboração e construção do conhecimento estão ancorados às suas manifestações de senso comum, justificando e consolidando suas aprendizagens.

Dito isto, o estudo desta temática, além de permitir a abordagem de conceitos importantes sobre a matéria e os materiais, é ampla e recorrentemente abordado no currículo formal desse nível de ensino, favorecendo que futuras intervenções de caráter mais abrangente e contextualizador sejam intensificadas durante o ensino. Ainda, essa discussão auxilia na construção de trabalhos futuros em sala de aula, desde que os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do tema a ser estudado sejam ressaltados para elaboração de novas estratégias educacionais.



Water in the context of science learning in elementary school: an investigative approach to social representations

Abstract

Water is a natural resource necessary for survival. This statement expresses the commitment and social duty regarding its use and preservation. Water as an investigative theme is an object widely studied at all levels of education, from school studies, interdisciplinary projects and educational research. It is in this sense that this research aims to understand the Social Representation of Water among 75 5th grade students of a public school in the city of São Paulo, presenting part of the results of a doctoral thesis. The investigated group answered a questionnaire of free association of words to the inductive term Water, with justifications for the 437 evoked terms. The responses were submitted to the Evocation 2005 software, identifying the salience of the terms by the Vergès Quadrant analysis, and, IRaMuTeQ, highlighting the connectivity of the terms through the Maximum Similarity Tree. The results found showed that the most expressive terms were Bathing, Drinking water, Economy and Waste, making up the Central Core of this Social Representation and highlighting the importance of water in the daily lives of the subjects surveyed. The theoretical and methodological approach of the Theory of Social Representations, complemented by the Theory of the Central Core, allows teachers and other scholars of the school reality to understand and obtain information about contexts in which school learning happens in such a way that the educational practice is a mobilizing action of knowledge in a meaningful way for students and teachers.

Keywords: *Social Representation; Core Theory; Science Teaching; Water.*

Notas

- ¹ Como esta pesquisa envolve seres humanos, antes da aplicação dos questionários, foi enviado aos responsáveis pelos alunos um termo de consentimento que solicitava permissão para uso das informações dos questionários para fins de estudos acadêmicos.
- ² O EVOC calcula a média dos pesos atribuídos às evocações, sendo 1 para o termo mais importante e 6 para o menos importante (quando se solicitam seis palavras no questionário de livre associação a um termo indutor).
- ³ Este é o valor que rege a distribuição das frequências na ordenada (eixo y) do gráfico em coordenadas cartesianas que relaciona as variáveis frequência e OME do quadrante de Vergès (Figura 1). Na abscissa (eixo x) estão os valores de OME, cuja distribuição é orientada pelo valor de OG OE. (Receputi et al., 2020b, p. 320).

Referências

ABDALLA, Maria de Fátima Barbosa. Representações sociais: aproximações/fronteiras entre Bordieu e Moscovici. In: ENS, Romilda Teodora; BÔAS, Lucia Pintor Santiso Villas; BEHRENS, Maria Aparecida. **Representações sociais: fronteiras, interfaces e contextos**. Curitiba: Champagnat. Fundação Carlos Chagas, 2013.

ABRIC, Jean Claude. Las Representaciones Sociales: aspectos teóricos. In: ABRIC, Jean Claude. **Prácticas sociales y representaciones**. México: Ediciones Coyoacán, 2001.

ALBINO, Ângela Cristina Alves; SILVA, Andréia Ferreira da. BNCC e BNC da formação de professores: repensando a formação por competências. **Revista Retratos da Escola**, Brasília, n. 13, v. 25, p. 137-153, 2019. <https://doi.org/10.22420/rde.v13i25.966>.

BACCI, Denise de La Corte; PATACA, Ermelinda Moutinho. Educação para a água. **Estudos avançados**, São Paulo, n. 22, v. 63, p. 211-226, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200014>.

BAYERL, Geovani da Silva. (2014). O ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: uma reflexão histórica das políticas de educação do Brasil. In: 4º SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA. **Anais...** Ponta Grossa, 2014.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto, 1994.

BORTOLAI, Michele Marcelo Silva. **Percepções escolares sobre Água na perspectiva da Teoria das Representações Sociais**. São Paulo. USP, 2018. Tese de Doutorado em Ciências, Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC/SEB, 2017.

DIAS, Priscila Franco. **O Tema Água no Ensino de Ciências: uma proposta didático-pedagógica elaborada com base nos três momentos pedagógicos**. Uberlândia. UFU, 2016. Dissertação de Mestrado Profissional, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Uberlândia, 2016.

FERNANDES, Vladimir. A filosofia das formas simbólicas. In: MACHADO, Nilson José; Cunha, Marisa Ortegoza da. **Linguagem, conhecimento, ação: ensaios de epistemologia e didática**. São Paulo: Escrituras Editora, 2003.

FRIDRICH, Gilivã Antonio; BALDIN; Nelma. O Rio Iguaçu: Percepções Ambientais e Representações Sociais. **Revista Científica ANAP Brasil**, São Paulo, n. 8, v. 10, p. 1-16, 2015. doi:<http://dx.doi.org/10.17271/1984324081020151117>.

GOUVEA, Hércules Alan Carlotto; SANTOS, Leidmar Alves dos; CARDOSO, Fernando Henrique; SOUSA, Ricardo Douglas de. A relevância do tema água no ensino de ciências. **Revista Monografias Ambientais**, n. 14, p. 157-171, 2015. doi:<https://doi.org/10.5902/2236130820451>.

JODELET, Denise. Representações sociais: um domínio em expansão. In: JODELET, Denise. **As Representações Sociais**. Rio de Janeiro: Eduerj, 2001.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MOSCOVICI, Serge. **A representação social da psicanálise**. Rio de Janeiro: Zahar, 1978

MOSCOVICI, Serge. **Representações sociais: investigações em psicologia social**. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2007.

MOSCOVICI, Serge. **A psicanálise, sua imagem e seu público**. Petrópolis: Vozes, 2012.



POLLI, Gislei Mocelin; CAMARGO, Brígido Vizeu. Representações Sociais do Meio Ambiente e da Água. **Revista Psicologia: Ciência e Profissão**, n. 35, v. 4, p. 1310-1326, 2015. <https://doi.org/10.1590/1982-3703001622013>.

PRZEPIURA, Thaylise de Cassia Santos; KOGA, Viviane Terezinha; ROSSO, Ademir José. A Ciência e o Ensino de Ciências nas Representações Sociais de futuros professores das séries iniciais. In: 12 EDUCERE – CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Anais...** Curitiba, 2015.

QUEVEDO, Violeta Odete Ribeiro de. **A água nossa de cada dia: percepção, uso e predisposições comportamentais de alunos do ensino médio de Natal**, Rio Grande do Norte. Natal. UFRN, 2005. Dissertação de Mestrado em Psicologia, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.

RATINAUD, Pierre; DÉJEAN, Sébastien. **IRaMuTeQ – Interface de R pour les analyses multidimensionnelles de textes et de questionnaires**. [S.l.]: Laboratoire LERASS, 2008.

RECEPUTI, Caian Cremasco; PEREIRA, Thaiara Magro; VOGEL, Marcos.; REZENDE, Daisy de Brito. Representação social de coordenadores de área do pibid-química sobre “experimentação”. **Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências**, n. 22, p. 1-29, 2020a. <https://doi.org/10.1590/21172020210125>

RECEPUTI, Caian Cremasco; PEREIRA, Thaiara Magro; VOGEL, Marcos.; REZENDE, Daisy de Brito.. A experimentação pelo olhar de graduandos em química: relações com o contexto formativo. **Investigações em Ensino de Ciências**, n. 25, v. 2, p. 313-331, 2020b. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n2p313>.

ROCHA, André Santos da. Algumas considerações sobre espaço e representação: subsídios para uma análise geográfica. In: 1º CONGRESSO BRASILEIRO DE ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO E 10º SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA. **Anais...** Rio Claro, 2010.

ROSA, Maria Inês Petrucci; OLIVEIRA, Alana Camoça Gonçalves de.; PAVAN, Adriana Cristina; CORRADI, Dulcelena Peralis. Formação de professores de Química na perspectiva da cultura: reflexões sobre a noção de identidade profissional. In: ROSA, Maria Inês Petrucci; ROSSI, Adriana Vitorino. **Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências**. 2 ed. Campinas: Átomo, 2012.

SÁ, Celso Pereira de. **Núcleo central das representações sociais**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

SALVADOR, Valéria Cristina Torres. **A representação social do conceito de governança de TI segundo os profissionais de TI de uma empresa de petróleo brasileira**. Salvador. FGV, 2015. Dissertação de Mestrado em Gestão Empresarial. Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Centro de Formação Acadêmica e Pesquisa, Fundação Getúlio Vargas, (2015).

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, n. 12, v. 36, p. 474-492, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782007000300007>.

SCHWERTNER, Suzana Feldens. Entre a universidade e a escola: propostas de intervenção em instituições escolares. **Psicologia Escolar e Educacional**, n. 21, v. 1, p. 125-128, 2017. <https://doi.org/10.1590/2175-3539201702111050>.

TAVARES, Mari Inês. **Um olhar sobre a educação continuada em Ciências de professores das Séries iniciais no Estado de São Paulo**. São Paulo. USP. 2009. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, Programa de Pós Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, 2009.

VERGÈS, Pierre.; JUNIQUE, C.; BARBRY, W.; SCANO, S.; ZELIGER, R. **Ensembles de programmes permettant l'analyse des evocations**. Aix en Provence: Université Aix en Provence, 2003.

VOGEL, Marcos. **Influências do PIBID na Representação Social de licenciandos em Química sobre ser “professor de Química”**. São Paulo. USP. 2016. Tese de Doutorado em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo. Programa de Pós Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, 2016.

WACHELKE, João Fernando Rech. Índice de Centralidade de Representações Sociais a partir de Evocações (INCEV): Exemplo de Aplicação no Estudo da Representação Social sobre Envelhecimento. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, n. 22, v. 1, p. 102-110, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-79722009000100014>.

ZANON, Lenir Basso. Tendências curriculares no ensino de Ciências/Química: um olhar para a contextualização e a interdisciplinaridade como princípios da formação escolar. In: ROSA, Maria Inês Petrucci; ROSSI, Adriana Vitorino. **Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências**. 2 ed. Campinas: Átomo, 2012.



Elementos do trabalho docente materializados nas narrativas de professores de Ciências e Matemática

Rafael Marques Dos Santos*, Sandra Maria Wirzbicki**, Danusa de Lara Bonotto***

Resumo

Este texto apresenta resultados de uma pesquisa qualitativa, a qual buscou reconhecer e compreender os elementos do trabalho docente expressos em narrativas na forma de memoriais descritivos e entrevistas. Os sujeitos da pesquisa são 20 professores de Ciências e Matemática, os quais participam do Programa de Extensão “Ciclos Formativos em Ensino de Ciências e Matemática” desenvolvido, desde 2010, em uma universidade pública localizada no interior do Rio Grande do Sul (RS). As narrativas foram analisadas utilizando os procedimentos da Análise de Conteúdo. No movimento analítico foram estabelecidas duas categorias *a priori*, a saber: 1) Condições do exercício da profissão e 2) Formação continuada como elemento do trabalho docente. Os resultados assinalam que os elementos do trabalho docente, reconhecidos a partir das narrativas, estão atrelados às condições de trabalho do professor e revelam possibilidades aos profissionais da educação para encarar a escola como um espaço de trabalho, de formação e de realização profissional.

Palavras-chave: Formação de professores. Profissão de professor. Exercício docente.

-
- * Doutorando em Educação em Ciências na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Cerro Largo. Professor da Rede Estadual do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: rafael.mdossantos@hotmail.com
 - ** Doutora em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora do curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Fronteira Sul, Realeza/PR e professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo/RS/Brasil. E-mail: sandra.wirzbicki@uffs.edu.br
 - *** Doutora em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo/RS/Brasil. E-mail: danusalb@uffs.edu.br

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i2.12684>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em: 18/06/2021; Aceito em: 01/12/2022

ISSN: 2595-7376



Introdução

Neste estudo sinalizamos para a importância do ato de narrar reflexivamente, considerando o contexto formativo do programa de extensão desenvolvido em uma Universidade pública do RS denominado “Ciclos Formativos em ensino de Ciências e Matemática”, do qual professores de Ciências e Matemática da rede da Educação Básica participam. Reconhecemos como importante a consideração de aspectos relacionados às vivências dos professores, dos personagens que compõem a história vivida, daqueles que a contam, do local em que os fatos aconteceram e do tempo em que se desdobrou. Nesse sentido, as narrativas ajudam-nos a compreender a profissionalidade docente como um processo de constituição de tornar-se o profissional professor que perpassa durante toda trajetória da vida deste, bem como os elementos que a constituem, conforme Roldão (2008).

Conforme pesquisas mostram, as narrativas na formação de professores têm sido utilizadas de forma crescente, mas ainda não se têm dedicado a atenção e importância dada às mesmas. Acreditamos que o desenvolvimento de narrativas durante a formação inicial e continuada pode ter incidência sobre o ato da escrita atrelado à sua prática pedagógica, sendo adotada como uma ferramenta e instrumento de investigação da própria prática pedagógica. Daí o desafio que o ato de escrita desperta nos professores quando são convidados a escrever sobre sua trajetória acadêmica e profissional e sobre suas aulas.

Partimos do pressuposto de que as narrativas são instrumentos de compreensão da prática e do pensamento do professor, conforme preconizam Alarcão (2011) e Zabalza (1994). Para a autora, as narrativas favorecem reflexões sobre a atuação em sala de aula que são constitutivas dos professores, pois “[...] o ato da escrita é um encontro conosco e com o mundo que nos cerca” (ALARCÃO, p. 57). Já para Zabalza, ao escrever sobre sua prática no diário, o professor no processo de reflexão (re)constrói a sua ação em sala de aula, (re)significa seus saberes, sentimentos, emoções, ou seja, “vai estabelecendo a sequência dos fatos a partir da proximidade dos próprios fatos” (p. 96).

Assim, as narrativas revelam reflexões sobre o trabalho do professor, permitindo a compreensão de suas ações ao longo do tempo e o reconhecimento dos elementos que compõem o trabalho docente e como estes estão relacionados; por exemplo: os colegas da escola, os alunos, os estagiários, os documentos curriculares que orientam e, por vezes, normatizam o trabalho docente, os recursos utilizados e os fundamentos



do seu planejamento, organização e preparação das práticas, elaboração de avaliações e acompanhamento do processo avaliativo de maneira contínua, adequações nos conteúdos e nas metodologias, participação em reuniões pedagógicas, formação continuada na forma de congressos, seminários, palestras, dentre outros fatores.

No que se refere à formação continuada de professores, concordamos com Alarcão (2011, p. 51): “[...] o móbil da formação dos profissionais adultos advém do desejo de resolver os problemas que encontram na sua prática cotidiana”. Nesse sentido, a formação deve acontecer de maneira processual e é urgente na atualidade (re)pensar como está sendo esta formação, ainda fortemente caracterizada por momentos pontuais de semana de planejamento, em geral no início do ano letivo. A formação deve considerar, também, as mudanças da sociedade atual, o avanço da tecnologia e os fatores sociais e políticos. Assim, reconhecemos a necessidade de (re)significar a formação continuada de professores a partir de incursões discursivas e estratégias que evidenciem o trabalho do professor e que favoreçam o desenvolvimento de reflexões sobre sua prática pedagógica a fim de transformar o seu saber-fazer pedagógico e os saberes que constituem a docência. Nessa perspectiva Tardif e Lessard (2013, p. 38) destacam que os professores que “[...] dão sentido e significado aos seus atos, e vivenciam sua função como uma experiência pessoal, construindo conhecimentos e uma cultura própria da profissão”.

Desse modo, objetivamos reconhecer e compreender os elementos do trabalho docente a partir das narrativas produzidas por vinte professores participantes do programa de extensão “Ciclos Formativos em Ensino de Ciências e Matemática”. Conforme o exposto, partimos da seguinte questão de pesquisa: Como os elementos do trabalho docente apresentam-se nas narrativas dos professores?

Referenciais teóricos do estudo

Destacamos no decorrer deste estudo referenciais que tratam acerca da formação continuada de professores, como Nóvoa (1992), Freire (1996) e Medeiros e Bezerra (2016). Abordamos as narrativas como um meio de reflexão sobre a/para a/na prática docente, a partir dos autores Benjamin (1993), Connelly e Clandinin (1995), Queiroz (1988), Goodson (2007), Reis (2008) e Sousa e Almeida (2012). Para tratarmos sobre o trabalho docente, apoiamo-nos em Tardif (2003), Tardif e Lessard (2013), Nóvoa (1992) e Imbernón (2010).

De acordo com Medeiros e Bezerra (2016, p. 22), a formação continuada de professores precisa “[...] *ser considerada como uma das estratégias fundamentais para o processo de construção de um novo perfil profissional de professor*”. Assim, se faz necessário (re)pensar os contextos formativos de modo a possibilitar aos professores a troca dos saberes, conhecimentos novos, autonomia e trabalho de reflexibilidade da prática docente do saber e do fazer pedagógico em sala de aula. Uma formação pautada na autoformação do professor e que favoreça o seu desenvolvimento pessoal e profissional. Assim, ao participar deste contexto formativo e resgatar aspectos presentes na sua trajetória de vida pessoal e profissional, o professor mobiliza e transforma os saberes da docência para a atuação compatível com as necessidades e diversidade de perfis dos alunos com que nos deparamos na escola.

Nesse sentido, os professores são profissionais que, no exercício do seu trabalho, estabelecem relações com o coletivo de indivíduos inseridos na sociedade. A organização do trabalho pedagógico é responsabilidade do professor e a gestão da escola dos profissionais da educação que estão à frente do contexto apresentado, respeitando as particularidades e a bagagem que cada aluno traz, e os professores devem ter competências e habilidades para tomar decisões de acordo com as especificidades dos seus alunos. Desse modo, fica estabelecida uma “*interdependência entre os objetivos e funções da escola e a organização e gestão do processo de trabalho na escola, ou seja, entre atividades-fim e atividades-meio*” (LIBÂNEO, 2001, p. 82).

É no âmbito escolar que os saberes docentes são reconstruídos a partir do seu contexto específico de trabalho e diferentes espaços formativos. Cabe aos professores a compreensão de que a formação é contínua/permanente e ocorre durante toda sua trajetória profissional, favorecendo melhorias para o desenvolvimento das práticas pedagógicas em sala de aula e qualificando os processos de ensino e aprendizagem, assim como proposto por Freire:

Na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática. É pensando criticamente sobre a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática. O próprio discurso teórico, necessário à reflexão crítica, tem de ser de tal modo concreto que quase se confunde com a prática. O seu “distanciamento” epistemológico da prática, enquanto objeto de sua análise, deve dela “aproximá-lo” ao máximo (FREIRE, 1996, p. 39).

Um espaço que pode se caracterizar como de formação permanente é o da formação continuada, no qual é possível o professor tecer reflexões sobre sua trajetória

profissional e, nesse movimento, ter oportunidade de pensar sobre a sua prática docente. Corroborando com Goodson (2007), ao ouvir a voz dos professores, nesses espaços, percebemos a importância da história de vida, e os elementos que cada um apresenta são relevantes, considerando a história de vida pessoal e profissional de cada um, que reflete sobre a sua prática em sala de aula.

Os programas de formação continuada de professores, ofertados em Instituições de Ensino Superior, a exemplo dos “Ciclos Formativos em Ensino de Ciências e Matemática”, quando se circunscreve o contexto investigado, permitem aos docentes o diálogo em rodas de conversas e a socialização de suas práticas. Uma ferramenta adotada para isto é a escrita de diários, os quais possibilitam compreender o trabalho do professor a partir das memórias de vivências oriundas do contexto escolar, entender a trajetória de vida do professor, que busca relacionar as vivências oriundas do contexto escolar, e relacionar suas memórias de forma reflexiva a fim de mobilizar os saberes docentes. Para Benjamin (1993, p. 201), o “[...] *narrador retira da experiência o que ele conta [...]*”, tornando o relato um processo formativo que reflete na sua prática docente. Assim, assumimos as narrativas como reveladoras de fatos que são vivenciados pelos sujeitos imbricados no processo de narração, uma vez que voltamos o olhar para aquilo que é apresentado nas narrativas expressas na forma de memoriais descritivos e entrevistas, nos reportando às vivências de cada personagem e revelando o social e o pessoal que estão articulados à história de vida do sujeito. Conforme Reis (2008, p. 18),

[...] os professores, quando contam histórias sobre algum acontecimento do seu percurso profissional, fazem algo mais do que registrar esse acontecimento; acabam por alterar formas de pensar e de agir, sentir motivação para modificar as suas práticas e manter uma atitude crítica e reflexiva sobre o seu desempenho profissional.

Ao encontro do que foi exposto, Queiroz (1988, p. 20) define a história de vida como “[...] *o relato de um narrador sobre sua existência através do tempo, tentando reconstituir os acontecimentos que vivenciou e transmitir a experiência que adquiriu*”. Quando os professores narram sobre suas trajetórias de vida é possível restituir traços da sua caminhada profissional docente, o que possibilita ressignificar sua identidade pessoal e da profissão, bem como compreender como este tornou-se o professor que é, favorecendo, assim, sua constituição docente. Para Sousa (2012, p. 46), “[...] *narrar histórias e contar a vida caracteriza-se como uma das possibilidades de*

tecer identidade, de compreender como nos tornamos professores e das configurações que nos são forjadas nos nossos percursos de vida-formação”.

Refletimos sobre a formação continuada de professores e o processo de constituição docente, assinalando os elementos do trabalho docente, seus conhecimentos por meio da experiência da sala de aula e a mobilização dos saberes advindos do exercício da docência (TARDIF, 2003). Para discutirmos sobre o trabalho docente necessitamos compreender seu significado. Tardif e Lessard (2013) defendem que o exercício da docência se constitui como uma das chaves para compreendermos as transformações das sociedades do trabalho. Podemos elencar aspectos do trabalho docente que são importantes e contribuem para a constituição da identidade docente, uma vez que esse processo de construção identitária acontece no exercício da docência. Desse modo, partimos da compreensão apresentada por Tardif e Lessard (2013, p. 8) ao estudo da docência, compreendida como “[...] *uma forma particular de trabalho sobre o humano, ou seja, uma atividade em que o trabalhador se dedica ao seu ‘objeto’ de trabalho, que é justamente um outro ser humano, no modo fundamental da interação humana*”, e não de matéria inerte ou símbolos, mas, sim, num movimento interativo de modo a trabalhar com e sobre seres humanos.

Nessa direção, reiteramos que o trabalho docente é uma atividade social que acontece no ingresso da profissão docente no contexto educacional, por meio das experiências de socialização que antecedem a carreira e a interação com os profissionais que estão inseridos neste âmbito educacional, o que permite estabelecer, por meio da troca de experiências, saberes oriundos dessa construção coletiva. A partir da premissa de que, mais recentemente, o trabalho docente tem sido compreendido como atividade social, pois acontece por meio das interações humanas, podemos, também, compreendê-lo como uma prática social. Os saberes advindos da experiência da profissão, curriculares e disciplinares, construídos no exercício da profissão, contudo, não ficam somente restritos à prática em sala de aula, mas nos contextos de formação continuada, os quais possibilitam a (re)configuração dos saberes do professor e, a partir daí, (re)significam a sua prática pedagógica (NÓVOA, 1992).

Conforme Imbernón (2010), os saberes vão se constituindo a partir das experiências durante toda a carreira docente. Ele também defende que os professores devem estar em constante processo de formação, assumindo a condição de aprendizes e sujeitos da formação.



Os professores devem assumir a condição de serem sujeitos da formação, compartilhando seus significados, com a consciência de que todos somos sujeitos quando nos diferenciamos trabalhando juntos, e desenvolvendo uma identidade profissional (o eu pessoal e coletivo que nos permite ser, agir e analisar o que fazemos), sem ser um mero instrumento nas mãos de outros (IMBERNÓN, 2010, p. 78).

Ainda, Tardif (2003) aponta para a necessidade de compreender o trabalho docente como uma prática social, pois integra saberes cognitivos, de experiências curriculares e disciplinares oriundos do contexto de socialização profissional.

O saber dos professores não é um conjunto de conteúdos cognitivos definidos de uma vez por todas, mas um processo em construção ao longo de sua carreira profissional na qual o professor aprende progressivamente a dominar seu ambiente de trabalho ao mesmo tempo em que se insere nele e o interioriza por meio de regras de ação que se tornam parte integrante de sua consciência prática (TARDIF; LESSARD, 2013, p. 14).

No exercício da profissão os professores mobilizam saberes, os quais são oriundos da caminhada e da bagagem do próprio docente. Assim, destacamos que, em relação ao ensino, os professores são sujeitos ativos, produtores de saberes específicos do seu trabalho. No que diz respeito à profissionalização docente, compreendemos como um processo complexo de construção de uma identidade profissional, e sinalizamos para a necessidade de compreender a formação continuada de professores como fundamental para o processo desta construção da identidade docente, assim como propiciar um investimento pessoal, autonomia de pensamento e reflexões das atividades docentes desenvolvidas em seus contextos de trabalho.

Caminhos metodológicos

Os caminhos trilhados neste estudo ancoram-se nos teóricos que defendem a pesquisa qualitativa. De acordo com Lüdke e André (2001, p. 13), a pesquisa qualitativa “[...] envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes”, com enfoque na pesquisa narrativa (CONNELLY; CLANDININ, 1995), desenvolvidas no âmbito da educação. Os pesquisadores têm adotado a pesquisa narrativa pelo interesse que emerge em compreender a história de vida, a carreira, o percurso profissional, a biografia e a autobiografia pessoal dos professores (NÓVOA, 1992). Esse método possibilita dar

voz aos sujeitos participantes da pesquisa, superando a dicotomia de outros métodos convencionais empregados nos estudos entre a relação de investigador e investigado.

O lócus da pesquisa é a Formação Continuada denominada “Ciclos Formativos em Ensino de Ciências e Matemática”, desenvolvida em uma Universidade pública localizada no interior do RS. Os encontros de formação acontecem mensalmente e participam deles professores formadores, professores da educação básica e licenciandos. O processo formativo é realizado em momentos distintos, sendo ofertado para os professores de Ciências e Matemática, respectivamente, nas últimas terças-feiras e quartas-feiras de cada mês, das 8h30 às 11h30 (3h de duração). O programa de extensão objetiva favorecer a formação continuada para os professores de Ciências e Matemática da região de abrangência da universidade e tem como foco a teorização de práticas, a reflexão acerca de limites e potencialidades de diferentes teorias e metodologias de ensino nas referidas áreas. São priorizados nos encontros o desenvolvimento de leituras, estudos, relatos de práticas pedagógicas e reflexão sobre as práticas socializadas. A formação é desenvolvida segundo os princípios da Investigação-Formação-Ação (IFA), de acordo Güllich (2013). A partir desse movimento formativo é possível reconhecer os elementos constitutivos presentes do processo de formação continuada, dentre eles, a escrita das narrativas como estratégias de desenvolvimento da capacidade de reflexão dos professores participantes.

Os sujeitos da pesquisa são 20 professores participantes da referida formação continuada, e a constituição dos dados se deu por meio das narrativas desses professores expressas na forma de memoriais descritivos e entrevistas. Os memoriais foram produzidos em um dos encontros do grupo de Matemática, e a proposição da escrita partiu da professora formadora. A orientação dada aos professores foi de que deveriam textualizar sobre o seu trabalho, o que orienta a ação docente em sala de aula e aspectos positivos e negativos do seu trabalho. Nessa direção, desenvolvem-se reflexões sobre os encontros de formação e as razões que mantinham os professores participando dos mesmos e, também, se as discussões e estudos realizados nos encontros de formação têm feito parte da atuação docente. A entrevista foi organizada de forma semiestruturada e composta por sete questões abertas contemplando aspectos referentes a formação acadêmica e profissional dos professores e, também, sobre a formação continuada e o trabalho docente. Durante o desenvolvimento da entrevista os professores textualizaram sobre a sua prática, sobre o “ser professor” de Ciências e sobre como a formação continuada tem reflexos sobre o seu trabalho



no cenário da sala de aula. A partir da transcrição das mesmas, procuramos reconhecer e compreender os elementos do trabalho docente.

Para a análise do material empírico seguimos os procedimentos da Análise de Conteúdo (AC) de Bardin (1979), a saber: pré-análise, exploração do material, tratamento dos resultados e interpretação. Na pré-análise realizamos leituras e releituras das narrativas dos professores a fim de identificar os excertos que correspondem à temática do estudo. Na exploração do material foram realizadas marcações e selecionados os excertos que compreendem o objetivo central do estudo, e ainda com a finalidade de respondermos à questão de pesquisa e reconhecermos os elementos do trabalho docente para descrevê-los e realizarmos o tratamento das informações. Por fim, tratamos e exploramos os dados dialogando com os teóricos que tratam da temática definida neste trabalho.

Organizamos, na forma de frequência, os dados recorrentes que foram identificados nas 20 narrativas analisadas; assim, “8:20”, identifica que 8 das 20 narrativas apresentam em seus relatos, por exemplo, a carga horária em sala de aula, como observamos nos resultados e discussões.

Identificamos os professores, sujeitos da pesquisa, por P1 (Professor 1), P2 (Professor 2), até P20 (Professor 20), de modo que se atenda os princípios éticos, mantendo sua identidade em sigilo e anonimato. Salientamos que os dados foram constituídos por meio das narrativas na forma de entrevistas, considerando os professores P1 a P6. Já as narrativas em forma de memoriais foram escritas pelos professores P7 a P20.

Resultados e discussões

A partir da leitura analítica das narrativas produzidas na forma de memoriais e entrevistas pelos 20 professores participantes da formação, objetivamos reconhecer e compreender os elementos do trabalho docente e da formação continuada. Para tal, estabelecemos duas categorias estabelecidas *a priori*, a saber: 1) Condições do exercício da profissão; e 2) Formação continuada como elemento do trabalho docente. Na primeira categoria apresentamos aspectos referentes ao contexto em que os professores estão inseridos, desde sua formação, tempo de carreira, experiências advindas da sala de aula e da trajetória docente, sendo estes organizados a partir das *unidades de registro*: 1.1 – carga horária e trajetória docente; 1.2 – trabalho

extraclasse e planejamento; e 1.3 – lecionar em área diferente da formação. Na segunda categoria tecemos reflexões acerca da participação dos professores na formação continuada, aspectos das vivências advindas da sala de aula e o que pensam sobre sua prática como reflexo da formação continuada. Tais elementos foram organizados nas *unidades de registro*: 2.1 – perfis de alunos, atitudes, valores e aspectos da realidade; e 2.2 – participação da formação continuada.

Condições do exercício da profissão

Direcionamos, nas narrativas, nosso olhar para o trabalho docente. Para tal, organizamos unidades de registro. Na unidade de registro **1.1 – carga horária e trajetória docente**, levamos em conta os argumentos que Tardif e Lessard (2013) apresentam acerca da carga horária enfrentada pelos professores brasileiros. Observamos que, numa frequência de 8:20, as professoras relatam acerca da carga horária de regência em sala de aula. Ressaltamos que, para além dessa carga-horária apresentada nos excertos, as professoras levam trabalho para suas casas, ou seja, o trabalho do professor não termina quando ele sai da escola.

Evidenciamos, no relato da P1, que ela teve uma longa carreira. Nesse tempo significativo de docência ela constituiu muitas experiências nas áreas em que atuou, muitas vezes com carga horária exaustiva e lecionando disciplinas que não eram de sua área de formação.

Eu fiz dois concursos para trabalhar nas escolas do Estado e completei o tempo de serviço. Teve um que eu trabalhei 25 anos, e na outra nomeação foram 27 anos. Encerrei o ano e em fevereiro saiu no Diário Oficial. Eu terminei até 2018, então estive em sala de aula, na realidade, ano passado eu trabalhava 42 horas aula em sala de aula, 32 horas aula era o que eu fazia. Trabalhava matemática também (P1).

Já a P10 relata que prestou concurso para atuar como professora de Matemática em uma escola da rede estadual na Educação de Jovens e Adultos (EJA) no período noturno, nomeada inicialmente com carga horária de 20 horas. Anos depois prestou novamente concurso para mais 20 horas, agora nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Dessas experiências ela depõe que “[...] *foi uma época de transição, pois tive que desistir de 20h na escola particular para assumir na estadual. Desde então segui com as 60 horas: 20h na particular e 40 na rede estadual, dividido entre tarde e noite*”. As professoras P11, P12, P16 e P20 são nomeadas e ministram aulas na disciplina de Matemática, e, respectivamente, possuem carga horária de



40, 20, 22 e 40 horas semanais. Tardif e Lessard (2013) argumentam que é preciso considerar que muitos professores possuem mais de um emprego e/ou precisam de mais de um contrato/nomeação semanalmente para receber um salário decente, o que reflete numa carga horária exaustiva se comparado com a de professores da maioria dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), por exemplo.

Evidenciamos nas narrativas das professoras as variáveis que condizem com as condições do exercício da profissão de educador, como o tempo de trabalho dedicado diária, semanal e anualmente; o número de horas de regência em sala de aula; o número de alunos por classe e o salário dos docentes. Nessa direção, esses aspectos nos direcionam ao que Tardif e Lessard (2013) denominaram de “carga mental” de trabalho, que corresponde a estes elementos elencados para se adaptar aos atores envolvidos no contexto de trabalho em que está inserido.

Ainda, acerca do tempo de serviço identificamos que 6:20 apresentam o tempo empregado na docência e aspectos da trajetória docente, bem como as experiências em disciplinas, turmas, instituições escolares, dentre outros elementos. As P14 e P15 salientam acerca do tempo de trabalho na Educação, contabilizando, respectivamente, 17 e 33 anos. No depoimento da P14 – *“Já atuei desde as séries finais do Ensino Fundamental até o Ensino Médio. Atualmente atuo somente no Ensino Fundamental, em uma escola do interior onde temos uma quantidade reduzida de alunos. O que acredito facilitar meu trabalho no sentido de encantar os alunos”* – podemos observar que durante sua trajetória docente perpassou por vários anos nos diferentes níveis de escolaridade da Educação Básica.

Nas narrativas mencionadas podemos perceber que essa diversidade de experiências ao longo do tempo da carreira docente e durante o percurso profissional, apresenta momentos de altos e baixos. Nesse sentido, partimos do pressuposto de que os professores, no início da carreira, são motivados em relação ao desenvolvimento de práticas inovadoras, planejamentos e busca por novas alternativas de ensino. Já no fim de carreira os professores encontram-se mais acomodados e sentem-se exaustos para esses movimentos pedagógicos. Considerando o tempo de carreira docente, podemos compreender ao longo do estudo que acontece pouco investimento. Para alguns professores esse tempo representa o fim da carreira, levando em conta aspectos decorrentes do resquício do tempo, como condições de

trabalho, cumprimento de horários e prazos, cansaço, jornadas pedagógicas, dentre outros que caracterizam o encerramento da carreira profissional.

A respeito da unidade de registro **1.2 – trabalho extraclasse e planejamento**, evidenciamos que as professoras, ao se reportarem ao início da caminhada profissional, apresentam, em suas narrativas, algo comum que foi a busca pela efetivação mediante concurso público na área da Educação e a dedicação ao trabalho para além das horas da nomeação.

[...] teve o concurso do Estado para professor do Estado, não queria fazer mas fiz a inscrição; então eu fui fazer, e aí acabei sendo aprovada; assim bem colocada; e pensei, são 20 horas, de repente 20 horas eu dou aula, que é o que eu sei fazer, e que na verdade é o que eu faço de melhor ainda e as outras 20 de repente faço então alguma outra coisa, mas, na verdade, o ensino ele vai te absorvendo, mesmo que 20 horas “tu” leva muita coisa para casa (P3).

Ainda, a P3 relata que “[...] aquelas 20 viram 30, viram às vezes até mesmo 40 com o que a gente acaba levando para casa de preparação, de organização, de corrigir trabalhos, provas e tudo mais”. Assim, compreendemos que as professoras, para além da sala de aula, sempre acabam levando trabalho para seus lares. Apontamos para as condições impostas pelo Estado em relação ao trabalho docente. O corpo docente é subordinado à perspectiva mercadológica instaurada de uma ordem econômica baseada na propriedade privada dos meios de produção e na economia de mercado, implicando contrariamente para a construção e a autonomia docente. Estas condições são viabilizadas por meio das inúmeras atribuições de tarefas burocráticas e controladoras que pesam sobre o cotidiano do trabalho docente (NÓVOA, 1999). Sobre o trabalho desenvolvido, P3 ainda explicita que:

No Ensino Médio trabalhava com as turmas do Ensino Médio diurno e noturno, e turmas também de Magistério, que era o curso, atualmente, é o curso normal, e aí eu tinha então muitas turmas. Eu tinha 20 turmas; eu tinha 40 horas e tinha 20 turmas porque eram dois períodos semanais, então em cada uma delas, indiferente de ser Ensino Médio ou de ser Magistério, eram dois períodos semanais e eu tinha então 20 turmas distribuídas em Biologia e Química, Química de 1º ano e 2º ano, e Biologia daí dos três, das três séries (P3).

Podemos evidenciar na narrativa apresentada da P3, sobre a carga horária e o tempo de trabalho docente, que ultrapassam uma jornada atípica daquilo que é contemplado nos/nas contratos/nomeações, pois, para além do ato de ministrar aulas, os docentes cumprem com diversas outras tarefas. Apontamos atividades ligadas ao seu trabalho extraclasse nos fins de semana, que extrapolam a carga horária estabelecida, tais como participação em jornadas pedagógicas, períodos de

planejamento, correção de cadernos, trabalhos e avaliações, bem como a elaboração dos instrumentos avaliativos, organização do material pedagógico, etc. Desse modo, o trabalho fora do contexto escolar acaba sendo dividido com os afazeres domésticos e com o lazer dos professores (TARDIF; LESSARD, 2013).

Na narrativa da P4 chamamos a atenção para o planejamento do professor, quando ela salienta que

[...] cada início do ano a gente faz um planejamento, tudo o que “tu” vai trabalhar o ano inteiro, de acordo com o que a gente tem lá no Projeto Político Pedagógico (PPP) dos conteúdos, que foi feito há muitos anos, mas é em cima do PPP, então “tu” faz o planejamento trimestral e em cima disso “tu” vai trabalhando.

Segundo Tardif (2013), a preparação das aulas é uma tarefa importante e que os professores devem sempre fazer. Esta pode ser realizada a curtos, médios e longos prazos, sempre respeitando a sequência da grade curricular, podendo fazer adaptações conforme a realidade dos alunos, e levando em conta aspectos como preocupações afetivas, faixa etária e conhecimentos anteriores na escolha de exemplos, exercícios e do material pedagógico.

Gosto muito do que faço. Gosto de planejar tudo. Tenho meu diário onde faço todos os meus planejamentos, por hora/aula. Me sinto segura assim, além de ter bem claro os objetivos de cada aula e de cada conteúdo. Sou uma professora de matemática organizada, com planejamento em dia, preocupada com o futuro e a aprendizagem dos meus alunos (P12).

A preocupação com um bom planejamento, expressa por P4 e P12, pode ser fundamentada nas palavras de Tardif (2013), em que o planejamento é encarado como

[...] uma fase (pré-ativa) de estruturação de matérias a ser ensinada, de organização das atividades de ensino e aprendizagem, bem como na preparação do material pedagógico. Essa fase acontece em diversos momentos do ano escolar: no começo do ano, nos períodos importantes, antes de cada aula, nas novas atividades, etc. (p. 212).

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (BRASIL, 1996), especificamente o capítulo V, que se dedica às condições de trabalho docente, o artigo 67 apresenta aspectos da valorização profissional dos profissionais da educação, plano de carreira e piso salarial, sendo este último a cargo dos governos dos municípios e Estados. Ainda fica estabelecido por Lei que 1/3 da jornada de trabalho dos professores é destinada às atividades extraclasse. Período este reservado aos estudos, planejamentos, elaboração de avaliações, incluídas na carga horária. Para a carga horária estabelecida de 20 horas semanais/4 horas/aula diárias, no máximo,

7 horas são destinadas para planejamentos, o que, muitas vezes, inclui reuniões pedagógicas, formações e outras atividades relacionadas ao trabalho pedagógico.

Em relação à unidade de registro **1.3 – lecionar em área diferente da formação**, a P1 relata que durante sua trajetória docente ministrou aulas nas disciplinas de Ciências da Natureza: “[...] eu trabalhei como professora de Química, de Física, Biologia e professora de Matemática nesses 30 anos nas escolas em que trabalhei. Trabalhei em escolas particulares, nas escolas estaduais, e acabei me aposentando”. Conforme podemos observar, a professora transita por várias áreas do conhecimento. Isto se deve ao fato da construção da sua identidade profissional, que perpassa durante toda a carreira docente, sendo desenvolvida sua autonomia docente, seus conhecimentos e habilidades profissionais, e sobre o que a escola pode ter influência, por meio de reformas, contextos políticos, disponibilidade em aprender e ensinar, levando em conta as experiências passadas e a vulnerabilidade da profissão, de acordo com García (2009).

Nas narrativas das P2 e P6 também nos deparamos com a realidade do contexto na qual foram inseridas, quando muitos professores preenchem lacunas do quadro escolar e são direcionados a atuar em áreas que não são da sua formação inicial.

Inicialmente eu fiz, eu entrei na faculdade de Biologia, era Ciências, mas essa Ciências da Biologia te preparava para atuar em Matemática também. Então tu atuava nas duas áreas; mas quando tu chega na escola tua realidade é diferente, por exemplo, já tinha professor de Matemática então eu tinha que, quando fui contratada, eu tinha que atuar na Ciências. Neste sentido eu comecei a atuar só em Ciências, e tanto é que se eu tivesse que atuar na Matemática com a minha faculdade, a primeira que me preparou, eu teria que estudar muito, e a segunda, daí eu fiz plena de Matemática e a terceira Graduação eu já fiz interdisciplinaridade (P2).

Como apresentado pela P2, a docente tinha formação para atuar nas áreas de Ciências e Matemática, mas sempre ministrou aulas na área das Ciências da Natureza. Desse modo, se houvesse necessidade de ministrar aulas na disciplina de Matemática deveria se dedicar aos estudos, mesmo tendo formação interdisciplinar. Nesse sentido, salientamos que os professores são eternos estudantes. Ainda, a P2 relata que: “[...] já trabalhei no ensino religioso, que quando não tem professor tu é obrigada a assumir, de 6º ao 9º ano. [...] então muitas vezes tu acaba sendo o estepe, então não tem, tu tem que aprender, tu tem que trabalhar, tu tem que enfrentar”. Day (2001) aponta para a formação inicial de professores, e ensina que no exercício do trabalho docente as provocações que a profissão professor nos impõe direcionam

este a tecer reflexões sobre os conhecimentos pedagógicos de maneira permanente. Nesse sentido,

[...] para que os professores ampliem o seu conhecimento sobre a prática ao longo da carreira (e assim terem a possibilidade de melhorar a sua eficácia profissional) necessitam de se envolver, individual ou coletivamente, em diferentes tipos de reflexão sobre o seu próprio pensamento (p. 53).

Por isso, direcionamos para a importância da formação continuada ao longo de toda a carreira para (re)pensar aspectos que circundam os contextos em que trabalham, levando em conta suas vivências e experiências profissionais ao longo do tempo.

A formação Inicial começou ali com as Ciências; aí depois a gente iria se especializar em uma das áreas. Biologia, Física ou Química. O curso mesmo de Ciências Biológicas, foram 5 anos, no último ano de graduação eu iniciei na docência, iniciei com a Química, contrato, foi bem desafiador. Foi uns 2 anos ali na Química, daí depois foram algumas turmas de Ciências (P6).

Conforme exposto pela P6, nessas formações pode-se deparar com dificuldades das áreas específicas, pois cada uma das disciplinas que a professora cursou teve suas particularidades e desafios. Muitos desafios da formação são (re)aprendidos na docência. Pode-se concluir um curso sem dominar um conceito, mas não se pode ensiná-lo sem compreendê-lo.

Na narrativa da P9 nos deparamos com um contexto inusitado no qual foi proposto a ela ministrar aulas fora da sua formação inicial, como para a P2 em Ensino Religioso. Essa professora, no início de carreira, lecionou na área de Química, 20 horas, no Ensino Médio, sendo um desafio para a mesma, uma vez que sua formação em Licenciatura em Matemática e sua habilitação em Física não a capacita para ministrar Química. Desse modo, teve que buscar conhecimentos como apresenta no excerto:

Sempre tive muita humildade, mas não tenho medo do desconhecido, pois o melhor professor é aquele que está dentro de nós, que pesquisa, que procura de inúmeras fontes, que indaga, mas que sempre sabe que nunca aprendeu o suficiente. Com esta dedicação em minha profissão conquistei os alunos e, logo, estava com 40 horas de contrato (P9).

A P9 é uma professora inspirada a sempre aprender mais, a se atualizar nas áreas de formação inicial em sua atuação docente, bem como na formação continuada, quando anseia por inovações pedagógicas que remetem ao seu contexto de sala de aula. Já a P15 depõe: “Sou professora há aproximadamente 33 anos; no início

trabalhei com Anos Iniciais e, depois, como professora da Área de Ciências, nas disciplinas de Ciências Naturais e Matemática nos Anos Finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio”. Conforme e igualmente aos excertos anteriores, essa professora também possui vasta experiência na área da educação, pois perpassou, durante seus anos de Magistério, por diferentes níveis de ensino e áreas de atuação, o que proporciona a esta uma bagagem de muitos conhecimentos, experiências e aprendizagens no exercício de educador.

Em relação ao que foi exposto, o trabalho docente é um processo complexo, pois investigações atuais reconhecem o professor como um sujeito de saber-fazer, de ações, de conhecimentos e saberes, assim como fundamentam o trabalho como práxis educativas que se circunscreve no âmbito social, econômico e político. Consoante à ideia de profissionalidade, entendemos que os professores são atores sociais inseridos num contexto educacional que se constitui por meio de experiências, vivências, agregação de novos conhecimentos e (re)configuração de saberes advindos da formação inicial e desse contexto educacional, e, nesse processo, o professor constrói sua identidade pessoal e profissional.

Na sociedade, o trabalho do professor é muito importante, pois possibilita a transformação social nas interações que são estabelecidas na prática educativa. Desse modo, nas narrativas fica evidenciada a necessidade de dialogar sobre as condições do trabalho docente e discutir a carreira do professor, levando em conta os aspectos apresentados, uma vez que as condições de trabalho refletem na qualidade de ensino e no tipo de educação que os alunos receberão. Gatti (2013, p. 156) defende que

[...] a valorização da docência está na dependência da valorização da educação básica como um todo, valorização que está assentada na construção de uma nova realidade no interior das escolas públicas, um valor que só virá quando nessas escolas houver outras condições de ambiência e trabalho. Imagem da educação pública vincula-se à imagem da docência e vice-versa. Mais ainda, está na dependência, também, de se atribuir à docência na educação básica uma condição profissional clara em seus contornos e características, e nas formas de agir dentro das escolas. Impulsionar essas condições depende de políticas educacionais mais estruturantes e interdependentes, mas depende também de movimentos intra-redes escolares e intra-escolas.

Nessa direção, defendemos que, para que haja um ensino de qualidade, as condições de trabalho devem ser apropriadas. Muitas vezes os professores assumem uma carga exaustiva de trabalho para ter um salário melhor, e esse fato reflete no ensino, pois trabalhar 60 horas em sala de aula em uma, ou, até mesmo, em mais

de uma escola, provoca o deslocamento do professor e aumenta o seu cansaço físico, mental e emocional, e esses fatores podem ter incidência no seu trabalho em sala de aula. Assim, argumentamos que são necessárias adequações dessas condições, com salários mais dignos, com cargas horárias menores ou dedicação exclusiva para uma escola, com horas destinadas para o planejamento e não com a ocupação delas com reuniões pedagógicas, formações, dentre outros. Somente assim, a partir da valorização do trabalho do professor, poderemos ter uma educação de qualidade.

Formação continuada como elemento do trabalho docente

Nesta categoria buscamos compreender os elementos do trabalho docente expressos nas narrativas a partir do que os professores apresentam acerca da unidade de registro **2.1 – perfis de alunos, atitudes, valores e aspectos da realidade dos mesmos**.

Percebemos, no relato da P3, o papel docente no contexto da sala de aula, quando defende que o

[...] professor é alguém que tem que ter carisma, que tem que puxar o aluno para si, que, muitas vezes, tem que brincar com eles, tem que tornar a aula mais leve às vezes, tem que ter jogo de cintura, tem que ter, muitas vezes, puxão de orelha, chamar atenção, falar sério, mas tem que procurar trazer o aluno para si, trazer o aluno. Conquistar ele, ter uma relação não somente de professor lá afastado e o aluno lá isolado no cantinho dele, trazer o aluno para o envolvimento e ter uma relação assim mais próxima de amizade, de carinho eu acho que dessa forma a gente consegue obter melhores resultados dentro do processo de ensino e aprendizagem (P3).

A P4 desenvolve seu trabalho em uma escola onde os alunos apresentam particularidades e dificuldades em seu contexto familiar. Nesse sentido, a professora salienta a importância de relevar esses aspectos, conforme passagem a seguir.

[...] primeira coisa que “tu” tem que ser é muito humana, tu tens que entender muito os teus alunos, as dificuldades deles, tudo o que eles passam. Grande parte deles não têm apoio familiar, não tem nada de casa, então, assim, a primeira característica que tem que ser muito humana, muito compreensiva, relevar muita coisa que acontece no dia a dia, e nesses 18 anos de profissão eu acho que eu estou conseguindo fazer isso bem (P4).

Em relação aos depoimentos da P3 e da P4, chamamos a atenção para as condições socioafetivas, salariais e insalubres dos professores, dentre outras que refletem na aprendizagem dos alunos, uma vez que muitos apresentam dificuldades no desenvolvimento dos conceitos, os quais são evidenciados em sala de aula. No entendimento de

Pereira (2007, p. 90), “[...] quando as condições do trabalho docente são muito ruins, torna-se praticamente impossível se conceber a escola como um local de produção de conhecimentos e de saberes. O professor torna-se um mero dador de aulas”.

Como a P4 expôs, isso se deve à falta de apoio em casa dos familiares, quando estão ausentes no processo educativo dos alunos, não há incentivo para os estudos e a única motivação e espelhamento são seus professores. Esses fatores ficam evidenciados também quando a professora relata que os alunos apresentam muitas dificuldade e lacunas na aprendizagem:

[...] como eu falei antes, eles não têm muito apoio de casa, os pais não puxam, os pais não vêm buscar um boletim, eles não vêm em uma reunião, eles não incentivam os filhos; então, assim, eles têm dificuldades de aprendizagem, mas quando eles aprendem “tu” fica muito feliz, “tu” vê que está indo no caminho certo! (P4).

Dessa forma, um dos papéis fundamentais do professor é prezar por uma educação humana e dialógica que promova a autonomia dos sujeitos enquanto cidadãos.

Numa frequência de 4:20 apresentam que os alunos atualmente mostram-se desinteressados pelos estudos, sem perspectiva de continuidade dos mesmos e ambições futuras no que diz respeito a objetivos, metas e sonhos, ou seja, não projetam sua vida no futuro, pensando no *eu* adulto profissional. Nesse sentido, P7 depõe: “[...] minha preocupação e tenho certeza que é um problema que vem acontecendo em outras escolas também, é que os nossos alunos cada vez estudam menos, e por sermos cobrados para diminuir a repetência, nem sempre o aluno que conseguiu êxito para a série seguinte merecia”. Deparamo-nos com uma realidade muito presente em todo âmbito educacional da rede pública de ensino, quando os alunos são “aprovados”, mas não têm as condições necessárias e os conhecimentos expressos nas diretrizes curriculares. Este fato tem reflexo quando este aluno ingressa em outros níveis de ensino, nos quais ele necessita ter uma base de conhecimentos científicos para prosseguir os estudos, e as dificuldades apresentadas provocam a desistência do curso escolhido. Tal dificuldade é percebida também por P13 ao expressar que

[...] muitos alunos com um potencial muito alto, mas por desmotivação, falta de sonhos, deixam esse potencial no anonimato (morrer); hoje parece que não existe mais aquela vontade de aprender, não há mais aqueles que querem ir melhor, não existe competição entre eles, o que levava e despertava a curiosidade. Eu atribuo como uma das causas a nova forma de avaliar. Eles pensam e dizem: por que querer ser o melhor se eu que acerto tudo tenho o mesmo conceito que aquele que acerta a maioria, ou seja, 70% de aprendizagem. Isso me frustra e deixa preocupada, porque são poucos os que realmente têm sonhos e querem aprender e não são eles que contagiam os outros, pelo contrário (P13).

Por vezes, os professores buscam alternativas didáticas e metodológicas de modo a tornar mais atrativo o ensino, com mais leveza, de maneira mais prazerosa, “[...] buscando fazer aulas mais atrativas e produtiva para os estudantes que atualmente estão numa fase de desmotivação com o estudo que parece não atender mais às necessidades, às curiosidades, as quais poderiam tornar o estudo interessante” (P8). Nessa direção, também notamos essa crescente desmotivação em nossos contextos de atuação. Isso, talvez, pelo fato de os alunos não perceberem a aplicação dos conceitos explorados pelos professores em sala de aula no cotidiano. Defendemos que as disciplinas, especificamente Ciências e Matemática, estão em tudo ao nosso entorno, tanto nas tarefas diárias domésticas do ser humano quanto no meio profissional em que este exerce seu papel de cidadão.

Buscando relações conceituais com o cotidiano, as professoras P9 e P10 desenvolveram uma prática em sala de aula juntas, envolvendo a Modelagem Matemática para a introdução de funções utilizando o conceito de densidade. A primeira relata que

[...] os alunos como, por exemplo, que eles estão pouco participativos, muito apáticos, não apresentam metas claras e objetivos para suas vidas, claro que há sempre quem se destaca; encontramos alunos, mesmo que poucos, críticos e planejando seu futuro, por isto temos a missão (P9).

Cabe a nós, enquanto educadores, resgatar os desinteressados e fortalecer os que demonstram interesse maior. Já a segunda professora assim refere: “Pude perceber que os alunos estão menos interessados, sem objetivos e apáticos, o que é preocupante tanto em termos de escola como pessoal, pois que profissionais teremos no futuro?” (P10). Pensamos que esse crescente desinteresse e a desmotivação também se devem às relações familiares, afetivas, condições sociais e econômicas, assim como ao fato de os alunos estarem postos em uma sociedade que se encontra num contexto diferenciado. Deparamo-nos com alunos inseridos no mundo tecnológico e isso requer o desenvolvimento de práticas pedagógicas com abordagem dos conteúdos de maneira diferenciada, o que reflete no ensino e na aprendizagem dos educandos.

Em relação a **2.2 – participação da formação continuada**, apresentaremos aspectos identificados nas narrativas que mobilizam as participantes desse movimento formativo na continuidade pela busca de aperfeiçoamento, e o que as motiva a participar desses grupos de formação.

A P1 relata que “[...] *precisa da formação continuada, precisa estar atualizada, precisa ler, precisa fazer leitura do texto, você precisa fazer reflexões*”. A professora ainda depõe sobre o modelo dos Ciclos Formativos, que articula professor de escola, licenciandos e professor formador:

[...] É ótimo. Maravilhoso. Eu acho que a exigência de produção de textos, a exigência de participação, tem que continuar acontecendo. A exigência de leituras, a compra de livros, a leitura dos livros que são sugeridos. Tem que continuar”(P1).

Para ela, a formação proporciona estudar e ampliar seus conhecimentos na sua área de atuação das Ciências da Natureza, bem como vê a oportunidade de estar atualizada nos assuntos, nas temáticas que estavam sendo discutidas no Brasil, e até no mundo, sobre conceitos e temas ligados às Ciências, à Biologia, à Química e à Física, entre outros assuntos abordados de maneira interdisciplinar.

Já a P2 assim depõe:

[...] eu gosto mais de ser ouvinte do que, por exemplo, relatar uma experiência minha. Eu sempre me encanto quando os outros se apresentam [...]. Então os Ciclos para mim vêm ao meu encontro e sempre tu aprende, sempre tu acrescenta e tanto é que a gente falou da inclusão.

Nesse sentido, a professora enxerga os encontros promovidos pelos “Ciclos Formativos em Ensino de Ciências e Matemática” como uma oportunidade de diálogos, de troca de experiências e, a partir desse espaço formativo, de aprender com os colegas de profissão e com outros profissionais.

Ainda acerca dos encontros promovidos pelos Ciclos Formativos, P3 relata que:

A educação é algo que, penso eu, que ela é o início de tudo, de qualquer programa de desenvolvimento; ele tem que ser começado a pensar a partir do processo educacional dos atores, então eu acho que para mim tem sido extremamente proveitoso, para mim tem sido, eu considero algo que é essencial, principalmente na área docente. Para mim eu avalio como sendo extremamente importante e essencial esse processo de formação continuada (P3).

A maioria das professoras salienta que o movimento formativo, do qual elas participam, instiga-as a (re)pensar o desenvolvimento das atividades pedagógicas, a investigar a própria prática, a movimentá-las como professoras, a vislumbrar novas possibilidades, a desafiá-las e a desacomodá-las, bem como (re)configurar a atuação docente. Conforme Imbernón (2010, p. 69),

A formação continuada deve possibilitar: o desenvolvimento coletivo de processos autônomos no trabalho docente, o compartilhamento de processos metodológicos e de gestão, a aceitação da indeterminação técnica, uma maior importância ao desenvolvimento pessoal, a potencialização da auto-estima coletiva e a criação e o desenvolvimento de novas estruturas.

Ainda em relação aos encontros de formação, a P7 argumenta que “[...] estão contribuindo cada dia mais no aumento, no interesse e vontade em ver coisas diferentes para poder trabalhar com meus alunos”. Salienta, também, que a “[...] ajuda a perceber e ver novos horizontes, procurando sair da mesmice e trabalhar de outra forma, e assim tentar mostrar ao aluno que a Matemática não é tão complicada e que a mesma é importante e necessária em nossas atividades diárias” (P7). Diante do que expõe a P7, defendemos que, atualmente, novos perfis de alunos encontram-se imersos nas salas de aulas, pois convivem em uma época em que a tecnologia está predominando e, assim, as formações continuadas devem proporcionar aos docentes maneiras diversificadas para ensinar os objetos do conhecimento explícitos na grade curricular das instituições escolares de maneira atrativa, buscando caminhos que mostram a aplicabilidade dos conceitos no dia a dia dos mesmos.

A P12, então, relata: “Penso que nós professores devemos estar em constante aperfeiçoamento. É difícil de encontrar uma formação na área de matemática; vi então nesta formação uma oportunidade de me atualizar mais especificamente na minha prática e no conteúdo que trabalho em sala de aula”. Ela percebe os encontros como uma oportunidade de atualização, de novos aprendizados e conhecimentos que permitem inovar em sala de aula, pois na formação é possível conhecer novas atividades práticas e assuntos atuais para levar para o contexto de sala de aula, além de trocar experiências com colegas professores, o que é muito bom.

Um dos papéis fundamentais da escola na sociedade é de formar cidadãos críticos e reflexivos, pois é nesse contexto em que os alunos estão inseridos que eles aprendem a desenvolver a autonomia e a criticidade para se tornarem cidadãos atuantes na comunidade e agentes de mudança na mesma. Nesse sentido, estes fatos refletem na ação docente, bem como no seu papel de cidadão atuante na sociedade e na sua função profissional no âmbito escolar. Assim, é necessária a atualização docente; uma formação que contemple esses novos perfis de cidadãos.

Conclusão

Este estudo consistiu em reconhecer e compreender os elementos do trabalho docente a partir da análise das narrativas na forma de memoriais descritivos e entrevistas, produzidos pelos professores de Ciências e Matemática participantes da formação continuada denominada “Ciclos Formativos em Ensino de Ciências e Matemática”.

No movimento analítico nos deparamos com depoimentos manifestos nas narrativas acerca da importância da formação continuada para compreender aspectos relacionados às vivências da carreira docente, do tempo empregado e dedicado às instituições escolares, aos alunos e à sociedade e das condições de trabalho impostas pela mantenedora aos profissionais da educação.

Na categoria Condições do exercício da profissão, evidenciamos que nas narrativas os professores estabelecem relações entre o tempo de trabalho, carga horária e as aprendizagens advindas de experiências em sala de aula, considerando que os saberes profissionais advêm da trajetória percorrida, e, nesse movimento, são constituídos os saberes específicos da profissão professor. Salientamos que no exercício da profissão os professores, ao longo dos anos, desenvolveram vários conhecimentos, habilidades e/ou aptidões, competências e atitudes, de saber-fazer e de saber-ser para além das iniciadas na formação inicial. Também saberes que são provenientes do contexto de sala de aula e do tempo de regência, como conhecimento da matéria, do planejamento das aulas e a sua organização. Desse modo, nas narrativas, a partir dos elementos apresentados, podemos compreender questões relacionadas ao desenvolvimento do trabalho docente, às condições de trabalho oferecidas aos professores, à exaustiva carga de trabalho e ao desincentivo por parte das mantenedoras, o que desmotiva a carreira docente e não favorece o desenvolvimento profissional dos professores.

Na categoria Formação continuada como elemento do trabalho docente, identificamos que os alunos, atualmente, encontram-se desmotivados para estudar, e há falta de apoio e acompanhamento pelos familiares. Assim, voltamos nossa atenção para as ações de formação continuada de professores, as quais devem ter o olhar voltado para estes novos perfis de alunos inseridos num mundo de muitas informações e comunicações, que provoquem repensar os processos de ensino e aprendizagem e, desse modo, a própria prática pedagógica.



Sinalizamos para as condições impostas para o exercício da profissão pelas mantenedoras, pelo sistema educacional como um todo e pela própria sociedade, o que ocasiona, muitas vezes, a desmotivação dos professores para o desenvolvimento das práticas em sala de aula. De antemão, a formação continuada, vivenciada nos “Ciclos Formativos de Ensino de Ciências e Matemática”, possibilita pensar o desenvolvimento das aulas contemplando conteúdos para além dos conceituais. A formação vislumbra um professor humano, engajado e responsável pelo trabalho que assume. Nesse sentido, é necessário que as instituições escolares permitam a participação e motivem os docentes para que estes possam vivenciá-las em sua integralidade.

Por fim, concluímos que devem ser oferecidas condições de trabalho que possibilitem aos profissionais da educação encarar a escola para além do espaço de trabalho um espaço de formação e de realização profissional, o que vai refletir na constituição de cidadãos críticos e atuantes na sociedade, bem como contribuir com a construção de uma instituição de ensino autônoma, democrática e cidadã.

Elements of Teaching Work Materialized in Science and Mathematics Teacher's Narratives

Abstract

This text presents the results of a qualitative research, which sought to recognize and understand the elements of teaching work expressed in narratives in the form of descriptive memorials and interviews. The research subjects are 20 Science and Mathematics professors, who participate in the Extension Program “Formative Cycles in Science and Mathematics Teaching” developed since 2010 in a public university located in the interior of Rio Grande do Sul (RS). Analyzed using Content Analysis procedures. In the analytical movement, two *a priori* categories were established, namely: 1) Conditions for exercising the profession and 2) Continuing education as an element of teaching work. The results indicate that the elements of teaching work, recognized from the narratives, are linked to the working conditions of the teacher and reveal possibilities for education professionals to face the school as a space work, training and professional achievement.

Keywords: Teacher training. Profession of teacher. Teaching exercise.

Referências

- ALARCÃO, Isabel. *Professores reflexivos em uma escola reflexiva*. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1979.

BENJAMIN, Walter. O narrador: considerações sobre a obra de Nikolai Leskov. Obras escolhidas. *Magia e técnica, arte e política*. São Paulo: Brasiliense, 1993. p. 197-221. V. 1.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. *Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional*. Brasília, DF: Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos, 1996.

CONNELLY, F. M.; CLANDININ, D. J. Relatos de experiência e investigação narrativa. In: LARROSA, J. et al. (org.). *Déjame que te cuente: ensayos sobre narrativa y educación*. Barcelona: Editorial Laertes, 1995. p. 11-51.

DAY, Christopher. *Desenvolvimento profissional de professores*. Os desafios da aprendizagem permanente. Portugal: Porto Editora, 2001.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 37. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GATTI, Bernadete A. (org.). *O trabalho docente*. Avaliação, valorização, controvérsias. Campinas, SP: Autores Associados; São Paulo: Fundação Carlos Chagas, 2013.

GARCÍA, C. Marcelo. Desenvolvimento profissional docente: passado e futuro. *Sísifo – Revista de Ciências da Educação*, n. 8, p. 7-22, jan./abr. 2009.

GOODSON, Ivor F. Dar voz ao professor: as histórias de vida dos professores e o seu desenvolvimento profissional. In: NÓVOA, Antonio (org.). *Vidas de professores*. 2. ed. Porto: Porto Editora, 2007. p. 63-78.

GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. *Investigação-formação-ação em ciências: um caminho para reconstruir a relação entre o livro didático, o professor e o ensino*. Curitiba: Prismas, 2013.

IMBERNÓN, Francisco. *Formação continuada de professores*. Porto Alegre: Artmed, 2010. 120 p.

LIBÂNEO, José Carlos. *Organização e gestão da escola: teoria e prática*. 3. ed. Goiânia: Editora Alternativa, 2001.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 2001.

MEDEIROS, L. M. B.; BEZERRA, C. C. Algumas considerações sobre a formação continuada de professores a partir das necessidades formativas em novas tecnologias na educação. In: SOUSA, R. P. et al. (org.). *Teorias e práticas em tecnologias educacionais [on-line]*. Campina Grande: EDUEPB, 2016. p. 17-37.

NÓVOA, A. Os professores e as histórias de vida. In: NÓVOA, A. (org.). *Vidas de professores*. Porto: Porto Editora, 1992. p. 11-30.

NÓVOA, A. (org.). *Profissão: professor*. Reflexões históricas e sociológicas. Porto: Editora Porto, 1999.

PEREIRA, J. E. D. Formação de professores, trabalho docente e suas repercussões na escola e na sala de aula. *Educação & Linguagem*, São Bernardo do Campo, a. 10, n. 15, p. 82-98, jan./jun. 2007.

QUEIROZ, Maria Isaura Pereira de. Relatos orais: do “indivizível” ao “dizível”. In: SIMPSON, Olga de Moraes Von (org.). *Experimentos com histórias de vida* (Itália-Brasil). São Paulo: Vértice, 1988. p. 14-43.

- REIS, P. As narrativas na formação de professores e na investigação em educação. *Nuances: Estudos Sobre Educação*, 15(16), p. 17-34, 2008. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/12655950/As-narrativas-na-formacao-de-professores-e-na-investigacao-em-educacao>. Acesso em: 14 out. 2020
- ROLDÃO, Maria do Céu. Profissionalidade docente em análise: especificidades dos ensinos superior e não superior. *Nuances: Estudos Sobre Educação*, ano XI, v. 12, n. 13, p. 105-126, jan./dez. 2005.
- SOUSA, E. C.; ALMEIDA, J. B. Narrar histórias e contar a vida: memórias cotidianas e histórias de vida de educadores baianos. In: ABRAHÃO, Maria Helena Menna Barreto. *Pesquisa (auto) biográfica em rede*. Natal: Ed. UFRN; Porto Alegre: Ed. IPUCRS; Salvador; Ed. Uneb, 2012. p. 29-31.
- TARDIF, Maurice. Saberes docentes e formação profissional. 12. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.
- TARDIF, Maurice; LESSARD, Claude. *O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas*. 8. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2013.
- ZABALZA, Miguel Ángel. *Diários de aula*. Tradução José Augusto Pacheco e José Machado. Porto: Porto Editora, 1994.



Recursos didáticos utilizados por professores de Ciências da rede pública de Anápolis-GO e o seu conhecimento sobre os mixomicetos

Jéssica Conceição Araujo*, Solange Xavier-Santos**, Pedro Oliveira Paulo***

Resumo

Recursos didáticos são materiais utilizados como auxílio no processo de ensino-aprendizagem pelo professor junto a seus alunos. Entre suas funções básicas, destacam-se a influência motivacional nos estudantes, a capacidade de atuar como mediador do conhecimento e, consequentemente, facilitador do processo de ensino-aprendizagem. Organismos modelos são seres vivos com características particulares e têm sido utilizados como importantes ferramentas de estudos para pesquisas em várias áreas, inclusive a Educação. Classificados no Reino Protozoa, Filo Amoebozoa, os mixomicetos compreendem um grupo de seres vivos que apresentam características peculiares, tanto em seu aspecto morfológico quanto fisiológico, sendo considerados organismos modelo para a representação de diversos fenômenos biológicos. Tendo em vista esse cenário, este trabalho teve por objetivo investigar os recursos didáticos utilizados por professores de Ciências do Ensino Fundamental Anos Finais de dez escolas públicas de Anápolis-GO, bem como seu conhecimento sobre os mixomicetos. Os dados foram obtidos por meio de questionários aplicados a um grupo de 14 professores de Ciências e foram analisados de forma quali-quantitativa. Foi verificado que os recursos didáticos mais utilizados pelos professores são o quadro/lousa, o projetor de multimídia e o livro didático. Os conhecimentos destes profissionais acerca dos mixomicetos foram considerados rasos, revelando concepções equivocadas e

* Mestra em Ensino de Ciências pela Universidade Estadual de Goiás, Campus Central (UEG). Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (PPEC), Anápolis, Goiás, Brasil. Universidade Estadual de Goiás, Campus Central, BR 153 nº 3.105, Fazenda Barreiro do Meio, 75132-903, Anápolis, Goiás, Brasil. E-mail: jessmycologist@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1462-5661>

** Docente do Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (PPEC). Laboratório de Micologia Básica, Aplicada e Divulgação Científica – FungiLab. Anápolis, Goiás, Brasil. Universidade Estadual de Goiás, Campus Central, BR 153 nº 3.105, Fazenda Barreiro do Meio, 75132-903, Anápolis, Goiás, Brasil. E-mail: solxav@yahoo.com.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3397-0885>

*** Docente do Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (PPEC). Anápolis, Goiás, Brasil. Universidade Estadual de Goiás, Campus Central, BR 153 nº 3.105, Fazenda Barreiro do Meio, 75132-903, Anápolis, Goiás, Brasil. E-mail: pedro.paleo@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2972-8455>

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i2.13086>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em: 26/10/2021; Aceito em: 01/12/2022

ISSN: 2595-7376



incompletas. Destacamos que seres vivos com potencial como ferramenta educacional, como é o caso dos mixomicetos, devem ser explorados para este propósito, principalmente com a realização de trabalhos voltados ao desenvolvimento de recursos didáticos que sejam acessíveis e apresentem amplas possibilidades de uso, principalmente para os professores dos anos finais do Ensino Fundamental da Educação Básica.

Palavras-chave: Amoebozoa, Conhecimentos científicos, Educação básica, Ensino de Ciências.

Introdução

Os recursos didáticos em promoção da Aprendizagem Significativa

A Base Nacional Comum Curricular - BNCC (2017) sugere que os sistemas e unidades de ensino incorporem em seus currículos temas contemporâneos contextualizados ao longo de todas as etapas e modalidades da Educação Básica (BRASIL, 2017). Os temas contemporâneos podem colaborar para que haja conexões do estudante com sua realidade, *“quando trabalhados através de atividades que contemplem saberes significativos e estimulem o aluno a se sentir parte da proposta pedagógica e do meio que o cerca, facilitando, assim, uma leitura mais aguçada do mundo”* (NOGUEIRA; DIMAS, 2021, p.64). Nesse sentido, o uso de recursos didáticos diversificados pelos professores além de despertar interesse e motivação nos estudantes atuam como instrumentos mediadores no processo de ensino aprendizagem, favorecendo o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa (NICOLA; PANIZ, 2016).

Para Souza (2007, p. 112), *“recurso didático é todo material utilizado como auxílio no ensino-aprendizagem do conteúdo proposto para ser aplicado pelo professor a seus alunos”*. Ao considerarmos o histórico do uso dos recursos didáticos na Educação Básica no Brasil, é notório que as transformações sociais e políticas mundiais influenciaram diretamente a variação e modernização do uso destes recursos em sala de aula, variando desde o quadro-negro às tecnologias e novas tecnologias da informação e comunicação (TICs e NTICs) as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs).

Atualmente, são diversos os recursos didáticos voltados ao Ensino de Ciências, destacando-se os recursos textuais, como livros, compêndios, apostilas (LORENZ; BARRA, 1986), gibis e histórias em quadrinhos (HQ) (CARLAN; SEPEL; LORETO, 2013; CAVALCANTE et al., 2015); recursos lúdicos, como jogos (CUNHA, 2012); re-

cursos audiovisuais e multimídia, como os televisores, aparelhos de DVD, Datashow, Filmes e vídeos (GOMEZ, 1997; ARROIO; GIORDAN, 2006; RIBEIRO; SILVA; KOSCIANSKI, 2012; FILHO; SOUZA; GIBIN, 2017; CAZÓN; OLIVEIRA, 2018; ARANHA et al. 2019); recursos manipuláveis, como modelos didáticos e maquetes (MATOS; OLIVEIRA; SANTOS, 2009; GARCIA; IMBERNON; LACERDA, 2014; DUSO et al, 2013); modelos biológicos (ROCHA, et al., 2013); recursos tecnológicos, como a internet e as plataformas digitais, a exemplo do Youtube e outros (ARANHA et al, 2019); e recursos experimentais, como *Kits* aperfeiçoados com materiais alternativos e/ou de baixo custo (DUARTE, 2012; RODRIGUES; MARTINS, 2005).

Sabemos que os docentes têm várias responsabilidades profissionais (LIBÂNEO et al., 2008) e, não é novidade, os vários empecilhos para a sua *práxis*, como a falta de tempo para o aperfeiçoamento, formação continuada, realização de pesquisas, preparo de bons materiais e a busca de recursos didáticos diferenciados e atrativos para suas aulas (CARLINI et al., 2004; LIMA; VASCONCELOS, 2006; DINIZ-PEREIRA, 2011). Nesse contexto, a realidade do ensino aprendizagem das Ciências da Natureza na Educação Básica, tem se revelado um desafio, prevalecendo as dificuldades de abstração de diversos conteúdos por parte dos alunos, principalmente àqueles relacionados a seres vivos e estruturas microscópicas. Além disso, apesar da diversidade de recursos didáticos existentes, muitos são inacessíveis aos professores e não fazem parte da realidade de muitas escolas, levando a um Ensino de Ciências pouco atrativo e descontextualizado (MORESCO et al., 2017; MEDEIROS et al., 2017; SILVA; FRAGA, 2017; CAMARGO; SILVA; SANTOS, 2018; MARTINS; PORTO, 2018).

Os mixomicetos como organismos modelo

Diversos seres vivos com características particulares têm sido utilizados como importantes ferramentas de estudos para pesquisas em várias áreas, inclusive na Educação. Esses seres vivos, conhecidos como “organismos modelo” ou modelos biológicos são facilmente manipuláveis, apresentam um ciclo de vida característico bem como características específicas que se adequam às questões que estão sendo pesquisadas (TERRONI, 2013). A mosca de fruta (*Drosophila melanogaster*) é um exemplo de modelo biológico, utilizado tanto em pesquisas em Genética, quanto no ensino, como ferramenta educacional. Nos três níveis da Educação Básica, esses



seres vivos têm sido utilizados na explicação de conteúdos de difícil compreensão em genética e zoologia de invertebrados, facilitando o processo de ensino aprendizagem (ROCHA et al., 2013).

Os mixomicetos (Protozoa, Amoebozoa) (CAVALIER-SMITH, 2013; RUGGIERO et al., 2015) compreendem um grupo de seres vivos amplamente distribuídos e encontrados em diversos habitats, geralmente onde haja matéria orgânica em decomposição (FARR, 1976; ANDRADE et al., 2006; ARAÚJO; MOREIRA; XAVIER-SANTOS, 2012). Por serem facilmente manipulados e apresentarem um ciclo de vida com várias fases, os mixomicetos são considerados organismos modelo, capazes de representar ou facilitar o entendimento de diversos fenômenos biológicos, como por exemplo: os processos de fagocitose, divisão celular, movimentos ameboides, ciclos de vida, predação microbiana, decomposição e ciclagem de nutrientes (WINSETT; DELA-CRUZ; BASANTA, 2017; ARIODER et al., 2020).

Além de serem organismos modelo em atividades educacionais, os mixomicetos são seres vivos não tóxicos e não patogênicos, podendo ser utilizados em diversos níveis de ensino. Por estas razões, os mixomicetos além de serem utilizados como exemplos de protistas nos livros de biologia nos Estados Unidos da América e outros países, são organismos que oferecem a oportunidade dos professores trabalharem com organismos vivos em sala de aula junto aos alunos de forma segura (WINSETT; DELA-CRUZ; BASANTA, 2017; ARIODER et al., 2020).

Um programa de ensino criativo denominado “The Slyme Business”, foi realizado com alunos do ensino fundamental em uma escola nas Filipinas para entender conceitos ambientais de predação microbiana, decomposição e ciclagem de nutrientes utilizando os mixomicetos como organismos modelo. Este trabalho resultou na introdução de importantes conceitos biológicos utilizando seres vivos pouco conhecidos, o que aumentou a curiosidade das crianças sobre a diversidade de formas de vida no planeta e possibilitou uma aprendizagem ativa. (ARIODER et al., 2020). No Brasil, o conhecimento acerca destes seres vivos parece ser restrito à comunidade científica, constituindo um grupo negligenciado na Educação Básica (XAVIER-SANTOS; MOREIRA, 2016).

Considerando o contexto apresentado, no qual estou inserida, como professora de Ciências da Educação Básica, consideramos a problemática geral da pesquisa: Quais os recursos didáticos disponíveis e utilizados por professores de Ciências no

Ensino Fundamental? Qual o nível de conhecimento apresentado por estes profissionais sobre os mixomicetos?

Metodologia

Para responder às indagações, foi investigada a realidade de um conjunto de professores de Ciências da Educação Básica de Anápolis - GO quanto à disponibilidade e utilização de recursos didáticos em sua *práxis* bem como seus conhecimentos acerca dos mixomicetos. O universo amostral foi constituído de professores de Ciências da rede pública (estadual e municipal) de educação de dez escolas do município de Anápolis, Goiás. As escolas, identificadas por números de 1 a 10, foram escolhidas de modo a incluir tanto aquelas localizadas na região central (1: Escola Municipal João Luiz de Oliveira; 2: Colégio Estadual Antensina Santana; 3: Colégio Estadual Jad Salomão; 4: Colégio Estadual José Ludovico de Almeida) e periférica do município (5: Colégio Estadual Rotary Donana; 6: Colégio Estadual Maria Aparecida Alves; 7: Escola Municipal Maria Elizabeth Camelo Lisboa; 8: Escola Municipal Manoel Gonçalves da Cruz; 9: Escola Municipal Alfredo Jacomossi; 10: Escola Municipal Deputado José de Assis) e que oferecessem os anos finais do Ensino Fundamental.

As autorizações para que estas instituições de ensino atuassem como participantes da pesquisa foram solicitadas e obtidas junto aos diretores das escolas pesquisadas, bem como junto à Secretaria Estadual de Educação de Goiás (SEDUCE). A pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de ética da Universidade Estadual de Goiás com Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) de número 99044718.0.0000.8113. O instrumento utilizado para a coleta de dados foi um questionário semiestruturado, buscando a obtenção de dados acerca de suas opiniões, expectativas e situações reais vivenciadas, conforme preconizado por Gil (2007). Os questionários foram entregues a um total de 14 professores para que fossem respondidos e posteriormente devolvidos aos pesquisadores. Na entrega dos questionários, os participantes que responderam conhecer os mixomicetos foram questionados verbalmente se já haviam trabalhado ou abordado assuntos relacionados a este grupo de seres vivos na educação básica e, como haviam ministrado tais conteúdos. As respostas foram transcritas de forma literal para o caderno de campo da pesquisa.



Para a análise do instrumento de coleta de dados e ao questionamento verbal foi utilizada a Análise de Conteúdo, que visa obter de forma sistemática indicadores para interpretar as mensagens. As categorias de análise para as respostas dos professores às questões subjetivas foram definidas *a posteriori*, de forma a respeitar as diferentes perspectivas apontadas pelos professores (BARDIN, 2011). Algumas respostas foram associadas às categorias e contabilizadas numericamente, considerando as frequências absolutas enquanto outras foram transcritas de forma literal. As respostas transcritas de forma literal foram codificadas por letras e números para manter o anonimato dos participantes da pesquisa, como por exemplo, P01 para se referir à resposta do professor 01. As respostas objetivas foram contabilizadas considerando as frequências absolutas e médias. Os livros didáticos utilizados pelos professores foram consultados, para se verificar a veracidade das respostas nos questionários em relação a presença dos mixomicetos neste recurso textual.

Resultados e discussão

Quatorze professores responderam ao questionário predominando-se o gênero feminino (11 professores) em relação ao masculino (3 professores), fato semelhante ao encontrado em outras pesquisas envolvendo professores de ciências e biologia (THEODORO; COSTA; ALMEIDA, 2015; COSTA; SAMPAIO, 2018). Segundo Prá e Cegatti (2016), à docência e a educação estão entre as modalidades de trabalho em que as mulheres se inseriram mais cedo e mais facilmente devido a uma bagagem histórica que vai desde as lutas ao direito à educação à sua inserção na esfera pública.

A avaliação do perfil profissional e acadêmico revelou que a maioria dos profissionais tem formação acadêmica em Ciências Biológicas, quais sejam: Biologia-Licenciatura (8), seguido de Pedagogia (3), Química-Licenciatura (2) e Ciências com habilitação em Química (1). Dois professores possuem mais de uma graduação e no que diz respeito à pós-graduação, 11 professores apresentam especialização, sendo em sua maioria na área de ensino ou educação (9), enquanto apenas um professor apresenta pós-graduação *Stricto Sensu* (Doutorado) em andamento e fora da área de ensino. Apenas dois professores não apresentam pós-graduação.

Em relação às disciplinas que lecionam, sete professores ministram apenas uma disciplina (Ciências), enquanto outros sete ministram mais de uma disciplina, sendo elas: Ciências e Biologia (3), Matemática, Geografia, Alfabetização e Ciências (1),

Física, Química e Ciências (1), Química e Ciências (1), Ciências e Matemática (1). Em relação à jornada de trabalho, verificamos que metade dos professores (7) trabalha em dois turnos, enquanto seis trabalham em apenas um período e um encontra-se na escola nos três períodos do dia. Quanto ao tempo de docência, os professores foram separados em quatro grupos. Destes, quatro apresentam em média 26,7 anos de docência, três possuem 18,6 anos, três apresentam em média nove anos e outros três possuem 4,3 anos de experiência profissional. A relação dos recursos didáticos disponíveis nas escolas participantes do estudo é apresentada na Tabela 1.

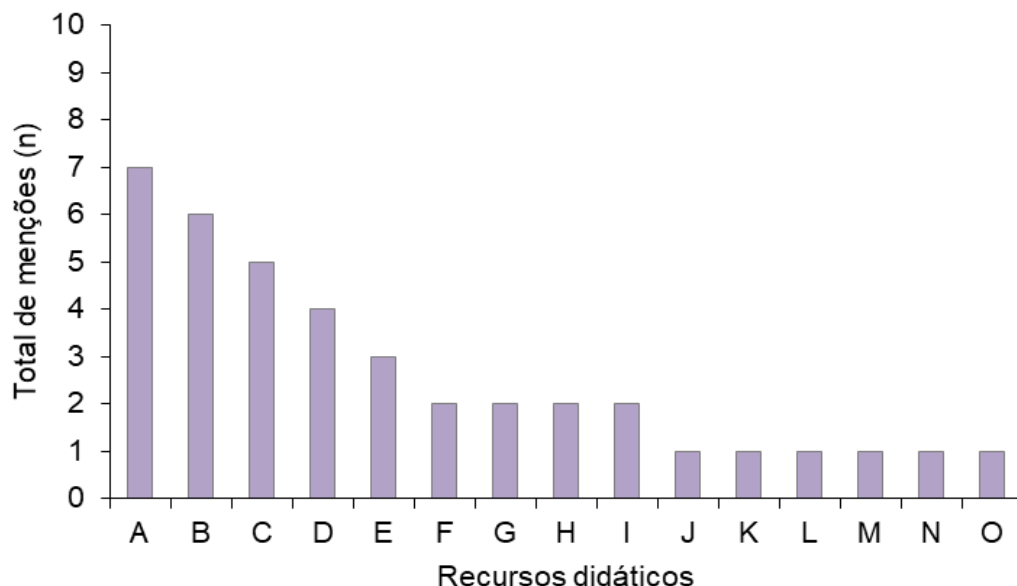
Tabela 1: Recursos didáticos disponíveis nas escolas participantes do estudo de acordo com as respostas dos professores de Ciências.

Recursos didáticos	Escolas									
	1**	2*	3*	4*	5*	6*	7**	8**	9**	10**
Quadro/giz	x	x				x	x			x
Quadro branco/canetão		x	x	x	x	x	x	x	x	
Livros didáticos e textos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Jornais e/ou revistas		x	x	x	x	x		x		x
Cartazes e/ou banners		x	x		x	x	x			x
Televisão	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Aparelho de som	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Aparelho de DVD		x		x	x	x	x	x	x	x
Filmes em DVD		x		x	x	x	x		x	x
Filmadora		x							x	x
Máquina fotográfica digital						x			x	x
Computador para o professor	x	x	x	x	x	x	x			x
Computadores para alunos e/ou laboratório de informática	x			x		x	x	x		x
Internet		x		x	x	x	x	x	x	x
Projetor de multimídia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Microscópio óptico				x						
Instrumentos de laboratório				x					x	
Laboratório de Ciências				x					x	
Jogos lúdicos sobre conteúdos de Ciências			x		x		x		x	
Histórias em quadrinhos	x		x		x					x
Modelos didáticos				x	x	x	x		x	x
Mapas	x		x				x		x	x
Apostilas do projeto “Todo dia é dia de Ciências”	x									
Livros de literatura referentes aos conteúdos							x			
Feiras de ciências e experimentos científicos						x				

*Escolas Públicas Estaduais; ** Escolas Públicas Municipais

Apesar do aparelho de som estar disponível em todas as escolas (10), o televisor em nove, o aparelho de DVD em oito e filmes em DVD em sete das escolas, não constituem recursos muito utilizados pelos professores (Figura 01). Dentre os recursos disponíveis nas escolas, o mais utilizado pelos professores em suas aulas de Ciências ainda é o quadro (10 menções), considerando o quadro/giz (4) e o quadro branco/canetão (6) como recursos não-distintos, seguido do projetor de multimídia (7) e livros didáticos (5). Outras pesquisas também apontam que o material didático mais utilizado por professores de ciências e biologia são notadamente o quadro/lousa e o livro didático (THEODORO; COSTA; ALMEIDA, 2015; COSTA; SAMPAIO, 2018). De acordo com Nicola e Paniz (2016) o livro didático compreende o recurso didático mais acessível ao professor, uma vez que as escolas públicas recebem este recurso do governo para a utilização dos educadores.

Figura 1: Recursos didáticos mais utilizados por professores de Ciências (n=14) das escolas públicas de Anápolis-GO. O total de menções refere-se a quantidade de vezes que determinado recurso foi citado como o mais utilizado pelos professores. Onde: A- Projetor de multimídia, B- Quadro branco/canetão, C- Livros didáticos e textos, D- Quadro/giz, E- Computadores para alunos e/ou laboratório de informática, F- Televisão, G- Aparelho de som, H- Aparelho de DVD, I- Computador para o professor, J- Jornais e/ou revistas, K- Filmes em DVD, L- Internet, M- Instrumentos de laboratório, N- Laboratório de Ciências, O- Modelos didáticos.



Fonte: Os autores.

Quando questionados sobre o uso de recursos que não se encontram disponíveis na escola, mas são utilizados por eles em suas aulas, 10 professores não citaram a utilização de nenhum outro recurso, um citou o uso de materiais contextuais ou cotidianos em algumas aulas práticas, um mencionou a utilização de mapas conceituais e mídias, um citou jogos pedagógicos de conteúdos variados de ciências e um considerou debates e explicações de experimentos realizados em projetos como outras ferramentas didáticas presentes em suas aulas.

Em relação aos recursos que os professores gostariam de utilizar em sala de aula, mas não utilizam, por motivos variados, o laboratório de Ciências foi o mais citado, computando as respostas de sete desses profissionais, seguido de microscópio (4). Adicionalmente, outros professores mencionaram lousa digital e aplicativos de celular (1), projetor de multimídia (1) e filmes em DVD (1). O Laboratório de Ciências é uma estrutura almejada pelos professores e ainda distante da realidade da maioria das escolas públicas do país. Um dos grandes obstáculos apontados pelos professores para não utilizarem esses materiais foi a falta do recurso didático na escola (10), seguido da falta de disposição, tempo e interesse do professor em utilizar o recurso, mesmo que disponível na instituição de ensino (2) e a falta de organização do recurso na escola (1). Um professor não respondeu a questão. Quanto ao questionamento sobre o por que gostariam de utilizar tais recursos, compilamos as respostas divididas em quatro categorias: Recursos que poderiam auxiliar na melhora da aprendizagem do aluno (resposta de 6 professores); Recursos que poderiam despertar o interesse do aluno durante as aulas, enriquecendo-as (3); Recursos que possibilitariam a visualização de seres microscópicos e despertariam o gosto pela investigação (3) e recursos que permitiriam o desenvolvimento da criatividade dos alunos (1). Um professor não respondeu e não apresentou justificativa a esta questão. Theodoro, Costa e Almeida (2015), em uma investigação acerca dos recursos e modalidades didáticas utilizadas por professores de ciências e biologia de escolas públicas e privadas do município de Macapá- AP apontam dados semelhantes aos encontrados nesta pesquisa, onde um dos grandes obstáculos apontados pelos professores para a utilização de recursos didáticos variados foi a falta de recursos na escola e a falta de tempo para o preparo de aulas inovadoras e busca de recursos diferenciados, por trabalharem nos três turnos.

Em relação à utilização de modelos didáticos para a abordagem de conteúdos científicos, a maior parte dos professores (8) tem utilizado modelos prontos ou



adotado a estratégia da modelização junto aos estudantes. Um professor afirmou realizar apenas a estratégia da modelização em sala de aula, desenvolvendo modelos de bactérias, vírus, vulcões e pirâmide alimentar e cinco responderam que não utilizam modelos prontos e nem desenvolvem modelos em suas aulas.

Considerando os professores que utilizam modelos prontos e a estratégia da modelização, a maioria (5) citou o torso e esqueleto humano, seguido de modelos atômicos (1), fontes de energia (1) e jogos prontos de genética e células (1), como modelos prontos utilizados em sala. Em relação ao processo de modelização todos estes professores mencionaram a confecção de modelos de células e estruturas celulares, sendo que apenas um professor adicionou a confecção de modelos artificiais de pulmões. Modelos didáticos e a modelização facilitam o processo de ensino-aprendizagem, mas tem sido uma estratégia raramente utilizada por professores de ciências e biologia junto aos seus alunos. Theodoro, Costa e Almeida (2015), apontam algumas justificativas de professores para a não utilização de modelos didáticos em suas aulas, destacando-se a falta de modelos didáticos na escola e a falta de tempo dos professores para planejar e desenvolver estes recursos.

Quando indagados sobre a realização de atividades de divulgação e popularização da ciência em suas aulas, sete professores afirmaram realizar atividades desse cunho junto aos seus alunos. Para a realização destas atividades, a maioria destes professores (4) realiza junto aos estudantes pesquisas na internet; alguns professores (2) utilizam textos e notícias de jornais e revistas em suas aulas, e apenas um professor considera a realização da Feira de Ciências como uma atividade voltada à divulgação e popularização da ciência. Entre os motivos citados pela outra metade dos professores (7) que não realizam estas atividades em suas aulas, destacam-se a falta de recursos disponíveis na escola para a realização destas atividades (4), seguido da justificativa de que o calendário escolar e alguns conteúdos ministrados durante o ano letivo não colaboram para a realização destas atividades (2). Um professor não apresentou justificativas.

Schmiedeck e Porto (2015) apontam que os professores de Ciências devem fazer uma escolha crítica e ficar atentos aos recursos didáticos e materiais de divulgação científicos escolhidos para subsidiarem seus objetivos educacionais, uma vez que alguns recursos, como séries de TV podem apresentar visões distorcidas ou errôneas da Ciência. Tem-se notado que muitas atividades de divulgação e popularização da ciência tem sido realizadas por projetos itinerantes que levam até escolas ativida-

des científico-culturais ou que são abertos à visitação das escolas. Como exemplo, citamos as Feiras de Ciências ou Mostras Científicas utilizando objetos científicos interativos realizadas em escolas públicas de educação Básica do Distrito Federal (DF) e cidades do entorno, por pesquisadores do Instituto de Física da Universidade de Brasília (LARANJEIRAS; PORTELA; RIBEIRO, 2018) e a exposição científica permanente na casa da Ciência, localizada no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), que recebe milhares de visitantes durante o ano, incluindo estudantes, professores e a população em geral (AMORA; DIAS-SILVA; HAMADA, 2015). Em Anápolis-GO, o Planetário Digital é um ambiente onde são realizadas atividades de divulgação e popularização da ciência com a realização de exposições científicas, mostras de filmes educativos na cúpula digital em três dimensões (3D) e visualização dos astros, utilizando-se telescópios. É um ambiente aberto à visitação e que recebe alunos e professores durante o ano todo, mas não foi mencionado pelos professores participantes do estudo.

Em relação ao questionamento “O que são organismos modelos?” cinco dos professores disseram desconhecer totalmente organismos modelos, enquanto quatro desconhecem, mas já ouviram falar e cinco afirmaram conhecerem organismos modelos e apresentaram definições. Para as definições mencionadas foram criadas duas categorias para análise, sendo a primeira “Seres vivos utilizados como fonte de pesquisa” em que se encaixam as respostas de 4 dos professores, como por exemplo:

Seres vivos que ao longo dos anos se tornaram potenciais fontes de pesquisas. (P1)

São seres vivos com o genoma conhecido e utilizados em pesquisas básicas. (P5)

A segunda categoria criada é “Seres vivos como recurso educacional”, em que se encaixa a resposta de um professor, como apresentado no excerto:

É um recurso educacional com finalidade científica para melhor compreensão do conteúdo. (P8)

Apesar da maioria dos professores conhecerem organismos modelos, 12 dos professores nunca utilizaram esse tipo de material em suas aulas de Ciências, enquanto um mencionou já ter utilizado flores e outro mencionou já ter utilizado plantas e artrópodes em suas aulas. A mosca da fruta (*Drosophila melanogaster*) é um exemplo de modelo biológico, utilizado tanto em pesquisas em Genética, quanto no ensino, como ferramenta educacional, nos três níveis educacionais (ROCHA et al., 2013). No entanto, a utilização de organismos modelo em aulas de Ciências na Educação

Básica pública, são escassos, uma vez que a utilização desses recursos demanda tempo e organização do professor tanto para o planejamento da aula, quanto para o preparo do material que, muitas vezes, não estão disponíveis na escola.

Em relação ao conhecimento destes professores acerca dos mixomicetos, 10 afirmaram conhecer e já ter estudado estes seres vivos. Três professores já ouviram falar sobre os mixomicetos e apenas um professor desconhece estes organismos. Entre os professores que conhecem ou já ouviram falar dos mixomicetos, 11 apresentaram definições para esses vivos. Dessas definições, quatro estavam corretas, como os exemplos transcritos nos excertos:

São microrganismos do reino Protocista e que são praticamente desconhecidos por estudantes e professores do Ensino Fundamental 2ª fase. (P2)

São protistas formados por uma massa gelatinosa que pode apresentar vários núcleos. São encontrados onde se tenha depósito de substratos orgânicos em decomposição. (P6)

São seres microbívoro- Reino Protista. São protistas que oscilam entre as amebas e os fungos. Estes seres não são animais, nem plantas, nem fungos. (P12)

Do total das respostas, 3 foram classificadas como incorretas, a exemplo dos excertos:

São pequenos fungos. (P7)

São organismos classificados como plantas, mas associados a fungos. São seres que não possuem clorofila. (P11)

São indivíduos do Reino Protista. As espécies são classificadas como cogumelos inferiores. São cosmopolitas e microbívoro. (P14)

E outras 4 respostas mencionadas pelos professores foram classificadas como incompletas:

São organismos parecidos com fungos e comuns em florestas. (P4)

São organismos celulares. (P8 e P9)

Ao serem indagados se o livro didático adotado pela escola e utilizado nas aulas de ciências mencionavam ou abordavam os mixomicetos, a maioria dos professores (11) afirmaram que estes seres vivos não aparecem nos livros didáticos utilizados, e o restante (3) afirmaram que esses seres vivos são apenas mencionados. Ao consultarmos estes recursos textuais, verificamos que, em nenhum deles, foram

encontrados registros ou menções sobre os mixomicetos, confirmando as respostas da maioria dos professores. Diante do exposto, as definições para os mixomicetos apresentadas pelos professores são em sua maioria (7) incompletas e incorretas e, por isso, consideramos o conhecimento dos professores sobre os mixomicetos raso. Além disso, a ausência da temática sobre os mixomicetos nos livros utilizados por estes profissionais, pode justificar a insegurança por parte deles para abordar o tema sobre os mixomicetos junto a seus alunos, já que, quando questionados verbalmente se já haviam abordado assuntos relacionados a este grupo de seres vivos na educação básica, todos os professores afirmaram nunca terem trabalhado ou mencionado esses seres vivos em sala de aula com seus alunos.

Ao verificar o interesse dos professores em participar de um curso de formação continuada enfatizando o uso de modelos biológicos, a maioria demonstrou interesse (8) e sugeriram os temas: cinco reinos, como trabalhar modelos biológicos em sala de aula e como fazer modelagem, importância e funções dos organismos no meio ambiente, aulas práticas e experiências, diversidade da vida microscópica e corpo humano, formas dinâmicas de utilizar os mixomicetos de forma paralela ao programa curricular. Essas sugestões dos professores evidenciam o interesse destes profissionais em aprenderem conhecimentos que não fizeram parte de sua formação ou, de aperfeiçoarem e se atualizarem quanto a novos conhecimentos e atividades práticas, principalmente aqueles relacionados a diversidade dos seres vivos macro e microscópicos.

O Documento Curricular para Goiás - Ampliado (DC-GO Ampliado), é o documento que apresenta os objetos de conhecimento e habilidades a serem desenvolvidas na Educação Básica em Goiás e é fruto de um trabalho voltado a implementação da BNCC no Estado de forma contextualizada, ou seja, destacando sua goianidade. Neste documento, o quadro curricular da área do conhecimento e componente curricular Ciências da Natureza dos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental, apresentam os objetos do conhecimento divididos em três unidades temáticas que se repetem em diferentes níveis de desenvolvimento cognitivo ao longo desta etapa de ensino, sendo elas: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo (BRASIL, 2019). A Unidade temática “Vida e Evolução” aborda o estudo e questões relacionadas aos seres vivos, como sua diversidade, relações com o meio ambiente, ser humano e saúde, destacando o contexto do estado de Goiás. No entanto, não se faz presente no currículo a menção a grupos específicos de seres vivos que compõem a biodiversidade, como é caso dos mixomicetos.



Considerações finais

A disponibilidade de recursos didáticos atrativos e diferenciados nas escolas pesquisadas é escassa, bem como a falta de tempo do professor, que apresenta uma extensa carga horária de trabalho e o impede do preparo desses materiais. Os recursos voltados para a divulgação e popularização da ciência, são quase inexistentes, impedindo a realização de atividades voltadas a este cunho. Isso implica no desenvolvimento de um Ensino de Ciências pouco atrativo e descontextualizado.

Entre os recursos não disponíveis na maioria das escolas, o laboratório de Ciências e aparelhos de microscopia foram os mais apontados pelos professores como instrumentos para melhorar suas aulas e aumentar o nível de interesse dos alunos. Notamos que grandes expectativas para o desenvolvimento de aulas diversificadas pelos professores são atribuídas a presença de um laboratório de ciências na escola. Nesse sentido, muitos recursos disponíveis na maioria das unidades de ensino, como televisores, aparelhos de som e DVDs, se tornam subutilizados. Além disso, muitas estratégias de ensino diferenciadas e acessíveis, como o processo de modelização, são pouco realizadas.

A maioria dos professores demonstrou saber pouco sobre os mixomicetos ao apresentar conhecimentos rasos sobre esses seres vivos, cujas definições, em sua maioria, foram incorretas e incompletas. Além disso, os mixomicetos não estão presentes nos livros didáticos utilizados pelos professores participantes da pesquisa e não são mencionados nos objetos de conhecimentos do componente curricular Ciências da Natureza no estado de Goiás. Esses fatos colaboram com a insegurança destes profissionais para se trabalhar o tema, tornando-o negligenciado nesta etapa da Educação Básica.

Os dados gerados repercutem sobre a necessidade da produção de recursos didáticos diversificados e que sejam acessíveis aos profissionais da educação, entre eles aqueles que divulguem conhecimentos específicos sobre a diversidade de seres vivos, como por exemplo, os mixomicetos, que são considerados seres vivos modelo capazes de representar ou facilitar o entendimento de diversos fenômenos biológicos no ensino. Para além disso, destacamos o anseio dos professores em participar de cursos de formação que abordam os seres vivos em diversas temáticas. Sendo assim, o desenvolvimento de minicursos, palestras e atividades de divulgação e popularização científicas que tratem de temas variados e voltados a temática “Vida

e Evolução”, para a formação dos professores de Ciências da Educação Básica, são emergentes e devem ser explorados em busca do desenvolvimento de um Ensino de Ciências mais atrativo e significativo.

Teaching resources used by science teachers from the public school in Anápolis-GO and their knowledge about Myxomycetes

Abstract

Didactic resources are materials used as an aid in the teaching-learning process by the teacher with his students. Among its basic functions, the motivational influence on students stands out, the ability to act as a mediator of knowledge and, consequently, facilitator of the teaching-learning process. Model organisms are living beings with particular characteristics and have been used as important study tools for research in several areas, including Education. Classified in the Protozoa Kingdom, Filo Amoebozoa, myxomycetes comprise a group of living beings that have peculiar characteristics, both in their morphological and physiological aspects, being considered model organisms for the representation of several biological phenomena. In view of this scenario, this study aimed to investigate the didactic resources used by teachers of Sciences of Elementary Education in public schools of Anápolis-GO, as well as their knowledge about myxomycetes. The data were obtained through questionnaires applied to a group of 14 science teachers from public schools of Basic Education in Anápolis-GO and were analyzed in a qualitative and quantitative way. It was found that the teaching resources used by the teachers are the blackboard, the multimedia projector and the textbook. The knowledge of these professionals about myxomycetes was considered shallow, revealing misconceptions and incomplete. We emphasize that living beings with potential as an educational tool, such as myxomycetes, should be explored for this purpose, especially with the realization of works aimed at the development of didactic resources that are accessible and present wide possibilities of use, especially for teachers in the final years of Basic Education.

Keywords: Amoebozoa, Basic Education, Scientific knowledge, Science teaching.

Referências

- AMORA, Gisele; DIAS-SILVA, Karina; HAMADA, Neusa. Insetos aquáticos como ferramenta para popularizar a Ciência e promover a inclusão. **Informativo Sociedade Brasileira de Zoologia**, Ano XXXVII, n. 114, p. 08- 10. 2015.
- ANDRADE, Laíse de Holanda Cavalcanti; SOUZA, W.P.; SANTOS, D.S.; NETO, A.G. Filo Myxomycota. In: GUSMÃO, L. F. P.; MAIA, L. C. **Diversidade e Caracterização dos fungos do semi-árido brasileiro**. v. 2, Recife: Instituto do Milênio do Semi-Árido, p. 49-74. 2006.
- ARAÚJO, Jéssica Conceição.; MOREIRA, Izabel Cristina.; XAVIER-SANTOS, Solange. Myxobiota associada a resíduos de Mangueira (*Mangifera indica* L.; ANACARDIACEAE). **Heringeriana**, v.6, n.1, p. 20-22, 2012.



ARANHA, Carolina Pereira. et al. O YouTube como Ferramenta Educativa para o ensino de ciências. **Olhares & Trilhas**, v. 21, n. 1, p. 10-25, 2019.

ARIODER, Likha Jose.Q.; ARIODER, Veronica.Q.; QUINTANA, Violeta.V.; DAGAMAC, Nikki Heherson. Application of Constructivist Teaching Approach in Introducing New Environmental Concepts to Young Elementary Students in the Philippines: A Small Class Sized Experience from Slime Moulds Modeling. **Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education**, v. 16, n. 2, p. 01-10, 2020.

ARROIO, Agnaldo.; GIORDAN, Marcelo. O Vídeo Educativo: Aspectos da Organização do Ensino. **Educação em Química e Multimídia**, n. 24, 2006. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/eqm1.pdf>> Acesso em 06, jan. 2020.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL, 2019. **Documento Curricular para Goiás – Ampliado. Volume III – Ensino Fundamental Anos Finais. Equipe ampliada de currículo, Goiânia/GO: CONSED/ UNDIME**, 2019. p.434. Disponível em: <https://www.cidadeocidental.go.gov.br/res/midias/outros/80d3d5d8ac56f920562e29f5ef9785df.pdf?_ga=2.114820932.276497606.1619452211-1954095212.1606217088> Data de acesso: 03 fevereiro 2023.

BRASIL. **Nova Base Comum Curricular- Ensino Fundamental- Anos Finais**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>. Data de acesso: 12 maio 2020.

CAMARGO, Franciele Pereira; SILVA, Antônio Fernando Golveia; SANTOS, André Cordeiro Alves dos. A microbiologia no caderno do aluno e em livros didáticos: análise documental. **Revista Ibero-americana de Educação**, v. 78, n. 2, p. 41-58, 2018.

CARLAN, Francele de Abreu; SEPEL, Lenira Maria Nunes; LORETO, Élgion Lucio da Silva. Explorando diferentes recursos didáticos no Ensino fundamental: Uma proposta para o ensino da célula. *Acta Scientiae. Canoas*. v. 15, n. 2, p. 338- 353. 2013.

CARLINI, A.L.; CARICATTI, A.M.C; GUIMARÃES, L.T; SCARPATO, M; FORONI, Y.M.A. **Os procedimentos de ensino fazem a aula acontecer**. São Paulo: Editora Avercamp, 2004 (Coleção didática na prática).

CAVALCANTE, Klany.S.B; SILVA, Fernando.C; MACIEL, Adeilton. P; HUNIOR, José Augusto.S.L.; RIBEIRO, Joaires.S.S.; SANTOS, Paulo.J.C; PINHEIRO, Adriano. E. P. Educação ambiental em história em quadrinhos: Recurso didático para o Ensino de Ciências. **Revista Química Nova escola**; v. 37, n 4, p. 270-277. 2015.

CAVALIER-SMITH, Thomas. Early evolution of eukaryote feeding modes, cell structural diversity, and classification of the protozoan phyla Loukozoa, Sulcozoa, and Choanozoa. **Eur. J. Protistol**, v. 49, n. 2, p. 115-178, 2013.

CAZÒN, Herón Omar Arraya; OLIVEIRA, Odisséa Boaventura. Relações com o Saber na atividade de Produção de Documentário Científico no ensino de Biologia. **Revista Ensaio**, v.20, e, 2925, p. 01-21, 2018.

COSTA, Edno Soares.; SAMPAIO, Irene Cibelle Gonçalves. Utilização dos recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia na rede pública da zona urbana de Humaitá/AM. **Revista Ensino de Ciências e Humanidades – Cidadania, Diversidade e Bem Estar**, v. 2, p. 153-162, 2018.

CUNHA, Márcia Borin. Jogos no ensino de química: Considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Revista Química Nova escola**, v. 34, n 2, p. 92-98. 2012.

DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio. O ovo ou a galinha: a crise da profissão docente e a aparente falta de perspectiva para a educação brasileira. **Revista brasileira de Estratégias pedagógicas**. Brasília, v. 92, n. 230, pp. 34-51. 2011.

DUARTE, Sergio Eduardo. Física para o ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 29, n. Especial 1.p. 525-542. 2012.

DUSO, Leandro; CLEMENT, Luís; PEREIRA, Patrícia Barbosa; FILHO, José de Pinho Alves. Modelização: Uma possibilidade didática no Ensino de Biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, p. 29-44, 2013.

FARR, Marie.L. Flora Neotrópica: Monograph no.16. Myxomycetes. **Flora Neotrópica: New York Botanical Garden**, 1976.

FILHO, Moacir Pereira de Souza.; SOUZA, Agda Eunice de.; GIBIN, Gustavo Bizarria. Uso de recursos tecnológicos no Ensino de Ciências: Produção de videoaulas didáticos-experimentais pelos futuros professores. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 28, n. 3, p. 133-149, 2017.

GARCIA, Caroline Bertocco; IMBERNON, Rosely Aparecida Liguori; LACERDA, Ricardo Augusto V. Desenvolvimento de recursos didáticos para o ensino de Geociências para a banca das Ciências e Experimentoteca da EACH/USP. **Terra e Didática**. v. 10, n 3, p. 331-335. 2014.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, p. 128, 2007.

GOMEZ, G.O. Professores e meios de comunicação: Desafios, estereótipos e pesquisas. **Comunicação e Educação**, v.10. p. 57- 68, 1997.

LARANJEIRAS, Cássio.C; PORTELA, Sebastião.I.C; RIBEIRO, Luiz. A. Enseñanza y divulgación de la ciencia en la integración universidad-escuela: una experiencia en Brasil. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v.15, .i2, p. 2201- 2210. 2018.

LIBANEO, José Carlos. et al. **Educação Escolar: políticas, estrutura e organização**. 6ª ed.: Cortez, São Paulo, p. 289 a 295. 2008.

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. 397-412. 2006.

LORENZ, Karl.M; BARRA, Vilma Marcassa. Produção de materiais didáticos de Ciências no Brasil, Período de 1950 a 1980. **Ciência & Cultura**. v. 38. n. 12.p. 1970- 1983. 1986.

MATOS, Cláudia Helena Sysneiros.; OLIVEIRA, Carlos Romero; SANTOS, Maria Patrícia de França; FERRAZ, Célia Siqueira. Utilização de modelos didáticos no Ensino de entomologia. **Revista de Biologia e Ciências da terra**, v. 9, n.1, 2009.

MARTINS, Ana Paula Barbosa; PORTO, Maria Beatriz Dias da Silva Maia. O Ensino e a Aprendizagem das Ciências da Natureza no Ensino Fundamental II: uma proposta envolvendo a Natureza da Ciência. **Thema**, v. 15, n.3. p. 981-990, 2018.

MEDEIROS, Leonardo Pinto *et al.* Reconhecendo a Microbiologia no nosso dia-a-dia pelo método PBL por estudantes do ensino médio. **Luminária**, v.19, n.1, p. 34–43, 2017.

MORESCO, Terimar Ruoso *et al.* Ensino de microbiologia experimental para Educação Básica no contexto da formação continuada. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 3, p. 435-457. 2017.



NICOLA, Jéssica Anese.; PANIZ, Catiane Mazocco. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de ciências e biologia. **Revista Inovação e Informação, NEAD-Unesp**, São Paulo, v.2, n.1, p. 355-381, 2016.

NOGUEIRA, Gisele Carvalho da Silva; DIMAS, Carina Silva Rangel. Aplicação da Teoria da Aprendizagem Significativa na Abordagem dos Temas Contemporâneos Transversais. **Educação Profissional e Tecnológica em Revista**, v. 5, n. 1, p. 62-72, 2021.

PRÁ, Jussara Reis.; CEGATTI, Amanda Carolina. Gênero, educação das mulheres e feminização do magistério no Ensino Básico. **Revista Retratos da Escola**, v. 10, n. 18, p. 215-228, 2016.

RIBEIRO, Rafael João. SILVA, Sani de Carvalho Rutz.; KOSCIANSKI, André. Organizadores prévios para aprendizagem significativa em física: O formato curta de animação. **Ensaio**, v. 14, n. 03, p. 167-183, 2012.

ROCHA, Luana Diniz Linhares e Souza. *et al.* Drosophila: um importante modelo biológico para a pesquisa e o ensino de Genética. **Scire Salutis, Aquidabã**, v.3, n.1, p.37-48, 2013.

RODRIGUES, Ana; MARTINS, Izabel.P. Ambientes de ensino não formal de Ciências: Impacto nas práticas de professores do 1º ciclo do Ensino básico. **Enseñanza de las ciencias**. Número extra. VII Congresso. 2005.

RUGGIERO, Michael .A; *et al.* A Higher Level Classification of All Living Organisms. **PLoS One**, v. 10, n. 4. p. 01-60, 2015.

SCHMIEDECKE, Winston Gomes; PORTO, Paulo Alves. A história da ciência e a divulgação científica na TV: subsídios teóricos para uma abordagem crítica dessa aproximação no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 15, n 2, p. 627- 643. 2015.

SILVA, Andréia Santos; FRAGA, Nayara Marylin. A Arte aplicada ao ensino de Biologia: confecção de modelos didáticos de microrganismos. **Educação Pública**, v. 17, Ed. 11, 2017.

SOUZA, Salete Eduardo. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. **Arq Mudi. I Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Prática de Ensino, XIII Semana de Pedagogia da UEM: “Infância e Práticas Educativas”**, v. 1, supl.2. p 110-4, 2007.

TERRONI, Lucas Soler Ramos. Organismos modelo: um instrumento indispensável à Ciência. **Temas atuais em Biologia- temashio**. v.1, n. 1, 2013. Disponível em: < <http://www.temashio.ufscar.br/revistas/v1n12013>>.

THEODORO, Flavia Cristine Medeiros; COSTA, Josenilde Bezerra de Souza; ALMEIDA, Lucia Maria. Modalidades e recursos didáticos mais utilizados no ensino de Ciências e Biologia. **Estação Científica (UNIFAP)**, v.5, n.1, p. 127-139, 2015.

WINSETT, Katherine.E.; CRUZ, Thomas Edson.E. dela; BASANTA, Diana Wrigley. The Myxomycetes in Education: The use of these organisms in promoting active and engaged learning. In: **Myxomycetes- Biology, Systematics, Biogeography, and Ecology**. STEPHENSON, S.L.; ROJAS, C. 1ed. Londres: Academic Press (A.P), 2017. Chapter. 12. p. 389- 412.

XAVIER-SANTOS, Solange.; MOREIRA, Izabel Cristina. **As aventuras de Trica: um mixomiceto**. Goiânia: Kelps, p.52. 2016.

Proposta pedagógica de Jogos Didáticos elaborados para o Ensino de Funções Orgânicas e Propriedades Físico-Químicas

Lucas Muller Ribeiro Viana*, Eduardo Cesar Meurer**, William Junior do Nascimento***

Resumo

A reflexão e o desenvolvimento de estratégias didáticas são cruciais para melhoria da qualidade dos processos de ensino e de aprendizagem. O uso de jogos didático se mostra capaz de estimular a curiosidade dos estudantes, despertando o interesse pelos saberes científicos, tem-se destacado como estratégia didática inovadora. Contudo, tomando por base as experiências acadêmicas reportadas na literatura, notamos frequentemente nos jogos didáticos propostos, falta de embasamento teórico. Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo propor como proposta pedagógica o uso de jogos didáticos para o ensino de química, fundamentada nos 'Três Aspectos do Conhecimento Químico'. Para tanto, apresenta-se a proposição de dois jogos didáticos, denominados "Cacheta Orgânica" e "Super Orgânica" e, visando sua aplicação, sugerimos caminhos a serem seguidos, de modo a incentivar professores da educação básica. Dessa forma, consideramos que este trabalho possa auxiliar no processo de popularização e divulgação da ludicidade no ensino de química, além de oportunizar uma abordagem dinâmica e desafiadora, a qual permite os estudantes serem sujeitos ativos e protagonistas no processo de ensino e de aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino de Química. Estratégias Didáticas. Práticas Pedagógicas.

* Mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR/Brasil). Licenciado em Ciências Exatas - Química pela Universidade Federal do Paraná. Brasil. E-mail: lucasviana@ufpr.br

** Doutor em Ciências - Química Orgânica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Pesquisador coordenador do Laboratório Fenn de Espectrometria de Massas. Docente da Universidade Federal do Paraná - campus avançado Jandaia do Sul (UFPR/Brasil). E-mail: eduardo.meurer@ufpr.br

*** Doutor em Física pela Universidade Federal de São Carlos. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino (Mestrado Profissional) da Universidade Estadual do Norte do Paraná e no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (PPGECMTE) da Universidade Federal do Paraná. Docente da Universidade Federal do Paraná - campus avançado Jandaia do Sul (UFPR/Brasil). E-mail: williamjn@ufpr.br

<https://10.5335/rbecm.v5i2.12664>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em: 12/06/2021; Aceito em: 22/09/2022

ISSN: 2595-7376



Introdução

As Ciências Exatas estão entre as áreas de estudo mais “amedrontadoras” por grande parte dos estudantes. Um dos principais problemas apontado está na existência do abismo entre a ciência ensinada em sala de aula e a ciência para compreensão e percepção de mundo (FIGUEIRÊDO et al., 2017). Os conteúdos são construídos de forma descontextualizada, tornando-se distantes de eventos da vida cotidiana e de difícil compreensão, não despertando o interesse dos estudantes (PONTES et al., 2008). É certo, portanto, que as práticas curriculares para o ensino de ciências naturais/exatas são *“marcadas pela tendência de manutenção do conteudismo típico de uma relação de ensino tipo transmissão – recepção, limitada à reprodução restrita do “saber de posse do professor”, que “repassa” os conteúdos enciclopédicos ao aluno*” (BRASIL, 2006, p.105), assim, segundo Freire (2019), trata-se de uma educação bancária, meramente pautada numa prática educativa de transmissão de conteúdos escolares.

Novas propostas para o ensino de ciências se contrapõem a esse ensino tradicional com ênfase da memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade dos estudantes (BRASIL, 2002; GUIMARÃES, 2009). Exemplificando, podemos citar a experimentação, tecnologia e sociedade e o papel do meio, ludicidade, resolução de problemas, ensino por investigação, entre outras (SOARES; MESQUITA; REZENDE, 2017).

Nesse entendimento, as propostas de utilização de atividades lúdicas na educação, especificamente no ensino de química, estão cada vez mais presentes em congressos e eventos científicos, demonstrando um aumento significativo na preocupação e utilização das potencialidades desses recursos (SOARES, 2016), podendo afirmar que, os jogos apresentam inúmeras possibilidades como objeto de aprendizagem (WARTHA; KIOURANIS; VIEIRA, 2018). Segundo Cleophas et al. (2016), a utilização dos jogos didáticos no ambiente escolar se estabelece como ferramentas multifacetadas que possibilitam a aprendizagem das Ciências. Em outras palavras, o uso de jogos tem o potencial de desencadear competências cognitivas requeridas à construção de diferentes saberes, tornando os conceitos científicos, muitas vezes abstratos e contemplativos, em operativos para os estudantes. Logo, os jogos didáticos propiciam aos estudantes um papel ativo e de destaque em sua formação (ZUANON; DINIZ; NASCIMENTO, 2010).

No momento em que se joga, “*a estimulação, o desafio, a colaboração, o interesse, a concentração e a motivação são algumas benesses proporcionadas pelos jogos que podem, efetivamente, auxiliar os alunos perante o desenvolvimento de suas habilidades cognitivas*” (SILVA; LACERDA; CLEOPHAS, 2017, p.136). Ou seja, possibilitam o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe (CARVALHO et al., 2010), de modo a favorecer e/ou oportunizar uma educação científica mais dinâmica, contribuindo para diminuir a barreira da formalização das disciplinas nas áreas de exatas, ultrapassando, assim, esse obstáculo por meio da interação com a realidade social dos estudantes (BORGES et al., 2016). Por outro lado, segundo Felício e Soares (2018, p. 06) os jogos também “*possibilitam condições que estimulam os envolvidos ao pensamento reflexivo, superando desafios e aprendendo brincando*”, ou ainda, “*o desafio por ele proporcionado mobiliza o indivíduo na busca de soluções ou de formas de adaptação a situações problemáticas e, gradativamente, o conduz ao esforço voluntário*” (RIZZO, 2001, *apud* COSTA, 2010, p.19).

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio, descreve:

O jogo oferece o estímulo e o ambiente propício que favorece o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos (BRASIL, 2008, p. 28).

Nesta perspectiva, de acordo com Miranda (2002), o jogo pode ser um instrumento instigador para o processo do desenvolvimento cognitivo ao estimular a linguagem e a aprendizagem. O lúdico atrelado ao diálogo propicia ao docente evidências sobre as dificuldades dos estudantes, e assim, permite intervir eficientemente no seu desenvolvimento cognitivo (GARCEZ, 2014). Soares, Mesquita e Rezende (2017), propõem a ludicidade como um campo potencial de investigação para o ensino de química, uma vez que, as evidências acadêmicas sugerem que a didatização lúdica de conceitos científicos se torna uma estratégia amplamente viável para promover aprendizagens (CLEOPHAS, 2017). Diante do exposto, compreendemos que os jogos didáticos possam ser utilizados como instrumento pedagógico nos processos de ensino e de aprendizagem, de modo a possibilitar a exploração da criatividade e

habilidades dos estudantes e, conseqüentemente, instigar na construção de conhecimento e favorecer positivamente o ensino de química.

No entanto, na literatura atual, é comum encontrarmos propostas de uso de atividades lúdicas no ensino de química que carecem de discussões subsidiadas por pressupostos teóricos necessários para sua elaboração e aplicação na realidade escolar (SILVA et al., 2017; NETO; SILVA, 2018). Soares (2016), apresenta inquietações e argumenta quanto a necessidade de um aprofundamento teórico sobre o uso das atividades lúdicas no ensino de química. Nosso entendimento, corroborando com Messeder Neto e Morradillo (2016), resulta na defesa da importância do planejamento adequado da utilização dos jogos em sala de aula ancorado a um aporte teórico-metodológico, no intuito de avançarmos sobre o entendimento e contribuições que legitime o emprego deste instrumento pedagógico.

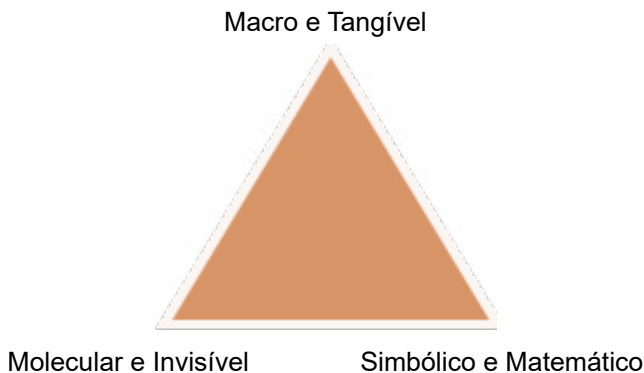
Isto posto e considerando que o estudo dos conceitos científicos relacionados às funções orgânicas e suas propriedades físicas e químicas, geralmente limitado a práticas metodológicas que insistem nos estudantes decorar a nomenclatura da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, em inglês) dos compostos orgânicos, numa perspectiva conteudista, este trabalho tem por objetivo propor o uso de jogos didáticos para o ensino de química, como proposta pedagógica. Para tanto, neste trabalho, apresenta-se a proposição de dois jogos didáticos fundamentados nos Três Aspectos do Conhecimento Químico (JOHNSTONE, 1993; 2009) e denominados “Cacheta Orgânica” e “Super Orgânica”. Além disso, visando a sua aplicação, sugerimos caminhos a serem seguidos, de modo a incentivar professores da educação básica a trabalharem com esta estratégia didática.

Avançando nas discussões, este artigo está estruturado de modo a contemplar como abordagem o uso dos jogos didáticos no ensino de química, propiciando reflexões teóricas decorrentes dos três aspectos do conhecimento químico. Posteriormente, apresenta-se o delineamento metodológico e contexto da pesquisa, levando em conta o processo de elaboração dos jogos didáticos “Cacheta Orgânica” e “Super Orgânica”. Finalmente, propõe-se uma prática pedagógica para o ensino de química alicerçada nas potencialidades do uso dos jogos didáticos “Cacheta Orgânica” e “Super Orgânica” na educação básica.

Três aspectos do conhecimento químico

Ao repensar e discutir a compreensão sobre o conhecimento químico, os quais implicam no processo de construção do conhecimento, Johnstone (2009) propôs um modelo de representação do conhecimento químico por meio de um triângulo interligado. De acordo com o autor, trata-se de uma abordagem definida como os três aspectos do conhecimento químico: macro e tangível, molecular e invisível, simbólico e matemático, como representado esquematicamente na Figura 1.

Figura 1: Três aspectos do conhecimento químico



Fonte: Adaptado (JOHNSTONE, 2009, p. 24)

Segundo Johnstone (1993; 2000; 2009), o componente macro e tangível, macroscópico, se refere a parte observável da química, ou seja, o que pode ser visto, tocado e cheirado, como a mudança de coloração e o odor, entre outros. Por exemplo, ao demonstrar a efervescência de um comprimido, o professor constrói o conhecimento científico por meio do aspecto macro e tangível (MELO, 2015).

Em relação ao componente molecular e invisível, são explicados os fenômenos em nível submicro, por meio dos conceitos de átomos, moléculas, íons e estruturas. Na dissolução, por exemplo, o processo de formação dos íons não pode ser visualizado, contudo, são explicados e/ou compreendidos a partir das teorias (CEDRAN, 2018). Por fim, o componente simbólico e matemático, corresponde ao representacional, ou seja, buscamos por meio da linguagem química representar as substâncias e transformações químicas a partir de símbolos, fórmulas, equações, estequiometria e gráficos, com o intuito de explicar e evidenciar os fenômenos envolvidos.

Ao propor atividades de modo a contemplar e estabelecer uma ligação entre os vértices e arestas deste triângulo, de forma que se complementem, é possível que os estudantes possam compreender e explicar os fenômenos envolvidos, de modo a criar hipóteses, analisar os dados e propor conclusões, discutindo simultaneamente os três aspectos do conhecimento químico (CEDRAN, 2018). No entanto, as maiores dificuldades nos processos de ensino e de aprendizagem em química, se dá, devido a tendência dos estudantes explicarem os fenômenos apenas considerando os aspectos macroscópico, macro e tangível, os quais não requerem uma maior capacidade de abstração, como é o caso do nível submicro, molecular e invisível (WARTHA; REZENDE, 2011).

Assim, para melhor compreensão da química é fundamental e necessário a integração entre os três aspectos, de modo que o conhecimento construído passe pelo nível submicro e representacional (JOHNSTONE, 2000). Johnstone (2009), esclarece que os conceitos devem ser construídos a partir do macroscópico (macro e tangível) e em seguida, de forma gradual serem enriquecidos por meio dos aspectos submicro (molecular e invisível) e representacionais (simbólico e matemático). Esta sugestão de encaminhamento se justifica, pois, a introdução simultânea de todos os três aspectos pode resultar em uma sobrecarga de espaço de trabalho no consciente da mente, ou seja, muitas informações simultâneas poderão tornar a aprendizagem comprometida ou inviável (JOHNSTONE, 1993; 2000; 2009).

Exemplificando, ao abordar o conceito químico de “ligações de hidrogênio”, por exemplo, sugere-se que o professor inicie a aula recorrendo ao aspecto macro e tangível que estão presentes no cotidiano dos estudantes, ou seja, os estudantes podem ser indagados sobre o porquê de alguns insetos poderem caminhar sobre a água. Em seguida, discutir e explicar esse fenômeno químico por meio dos conceitos de tensão superficial da água, abordando as interações intermoleculares entre as moléculas de água, assim, falar sobre as ligações de hidrogênio (molecular e invisível). Finalmente, após a explicação das teorias, recorre-se a representação das interações intermoleculares entre as moléculas de água que explicam a tensão superficial da água (simbólico e matemático) (MELO, 2015).

Nesta perspectiva, consideramos que a utilização de jogos didáticos possa ser uma alternativa que possibilite aos estudantes a compreensão dos fenômenos químicos por meio dos aspectos macroscópicos, submicro e representacional, de modo que

ampliem suas interpretações e significados, além de oportunizar seu protagonismo e envolvimento ativo na construção do conhecimento.

Delineamento metodológico

Esta produção é parte integrante de uma Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado. O pesquisador/licenciando matriculado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II juntamente com dois professores orientadores organizaram e planejaram uma proposta pedagógica alternativa para o ensino de química, com ênfase na utilização de jogos didáticos.

Este trabalho se iniciou no primeiro semestre de 2019, a partir do aprofundamento teórico sobre a temática de investigação, nesse caso, os jogos didáticos no ensino de ciências. Tomando por base as experiências acadêmicas reportadas na literatura, constatou-se obstáculos impostos pelo método de ensino tradicional, conforme destacam Binsfeld et al. (2013), Dantas e Santos (2014), Brasil (2008), entre outros. Por outro lado, quanto a utilização dos jogos didáticos no ensino de ciências (SOARES, 2016; SILVA et al., 2017; NETO; SILVA, 2018), nota-se falta de conhecimento e entendimento, como exemplo, podemos citar, a incompreensão da importância do planejamento e objetivos claros a serem almejados, ou seja, a intencionalidade pedagógica para o uso dos jogos didáticos (LOPES; RODRIGUES; RODRIGUES, 2020).

Frente a isso, a proposta pedagógica percorrida neste trabalho não se orientou na intenção de esmiuçar resultados, quanto à sua aplicabilidade, em razão de buscar apresentar e discutir a elaboração de dois jogos didáticos e, além disso, destacar suas possibilidades em sala de aula, tendo os “Três Aspectos do Conhecimento Químico” (JOHNSTONE, 1993; 2009) como referencial teórico. Assim, este trabalho se alicerça em pesquisas de natureza qualitativa. O *corpus* de dados produzido é descritivo, tendo como preocupação evidenciar e/ou trazer luz ao processo em detrimento do produto final (LÜDCKE; ANDRÉ, 1986).

Neste contexto, almejando propor uma alternativa ao processo de ensino e de aprendizagem de funções orgânicas e suas propriedades física e químicas, apresentamos na seção que segue o processo de elaboração dos jogos didáticos denominados “Cacheta Orgânica” e “Super Orgânica”, bem como suas potencialidades para que professores de química possam trabalhar com esta estratégia didática na educação básica.



Elaboração dos jogos didáticos

O primeiro jogo didático elaborado, denominado “Cacheta Orgânica” aborda sobre Funções Orgânicas, enquanto o segundo jogo didático proposto, denominado “Super Orgânica” considera as propriedades física e químicas dos compostos. De forma geral, trata-se de atividades de caráter competitivo por meio de cartas coloridas que representam e/ou contemplam conceitos químicos sobre funções orgânicas e suas propriedades física e químicas.

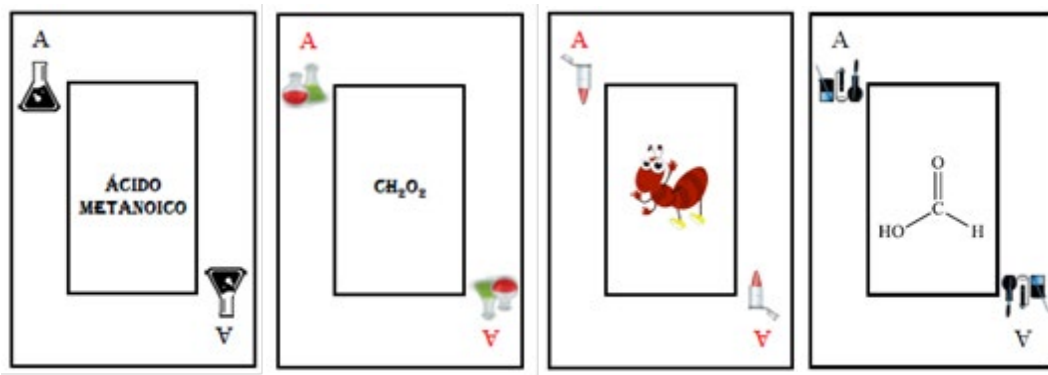
Utilizando-se das plataformas de informações químicas *PubChem*¹ e *Echa European Chemicals Agency*², foi possível elencar os dados de interesse referente as substâncias orgânicas presentes nos jogos didáticos. A priori foi necessário considerar quais substâncias orgânicas estariam presentes nos jogos didáticos, sendo selecionadas substâncias encontradas em situações do cotidiano da maioria dos estudantes. Ademais, para proposição dos conceitos químicos elencados e contemplados nos jogos didáticos, nos apropriamos do livro didático proposto por Reis (2016), além de escolhas que consideramos importantes e relevantes de abordar e discutir à luz dos jogos didáticos apresentados.

O jogo didático denominado “Cacheta Orgânica” trata-se de uma atividade desenvolvida com 52 cartas numeradas e coloridas, com o intuito de propiciar aos estudantes construir e/ou revisar os conceitos e definições que fundamentam a identificação e nomenclatura, conforme determina a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, em inglês), para substâncias orgânicas. Cada carta do jogo, buscou evidenciar as diferentes formas de encontrar e/ou representar a mesma substância orgânica.

Nesta perspectiva, para possibilitar a compreensão dos aspectos macroscópico e representacional do conhecimento, os estudantes devem organizar as cartas correspondentes aos respectivos compostos orgânicos, de modo análogo ao jogo de cartas denominado cacheta. O componente macro e tangível, ou seja, macroscópico, retrata a aplicação e/ou fonte onde é encontrado as substâncias orgânicas no cotidiano dos estudantes. Como exemplo, observe na Figura 2 que o *ácido metanoico*, é encontrado em formigas, mais especificamente, por meio de sua picada. Além disso, em relação ao componente simbólico e matemático, correspondente ao representacional, este é contemplado por meio da linguagem química que representa as substâncias orgânicas, a partir da fórmula molecular, e o componente molecular e submicro

representado pela fórmula estrutural e a nomenclatura da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, em inglês).

Figura 2: cartas do jogo cacheta orgânica

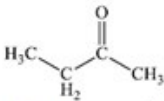
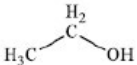
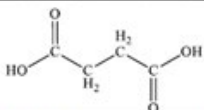
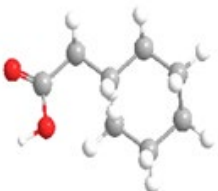


Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação ao jogo didático “Super Orgânica”, este foi elaborado com 58 cartas coloridas que apresentam diversas características específicas dos compostos orgânicos, a saber: grupo funcional, fórmula molecular, ponto de fusão, ponto de ebulição, ordem de prioridade em nomenclatura de moléculas com duas funções ou mais, massa molecular, pK_a , estrutura química e nomenclatura da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, em inglês). Tais informações possibilitam que os estudantes avancem no conhecimento além dos aspectos já tratados no jogo didático “Cacheta Orgânica”, referentes à identificação e nomenclatura da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, em inglês) das substâncias orgânicas. Logo, o objetivo, a priori, é que sejam construídos e/ou revisados os conhecimentos sobre propriedades físicas e químicas das substâncias orgânicas, ou seja, explorar os fenômenos mais abstratos de nível submicro, molecular e invisível, além de relacioná-los ao componente macro e tangível, retratado a partir do uso das substâncias orgânicas presentes no cotidiano dos estudantes.

Neste jogo, em particular, os estudantes devem evidenciar as propriedades das substâncias orgânicas com base na comparação dos valores presente nas cartas, de modo análogo ao jogo de cartas denominado “Super Trunfo”, ou seja, o jogador que possuir uma carta com maior valor de uma determinada característica ganha. A Figura 3 apresenta algumas das cartas elaboradas para o jogo “Super Orgânica”.

Figura 3: Frente e verso das cartas do jogo super orgânica

Butan-2-ona		Etanol		Ácido 1,4-butanodioico	
					
Fórmula molecular	C ₄ H ₈ O	Fórmula molecular	C ₂ H ₆ O	Fórmula molecular	C ₄ H ₆ O ₄
Massa molecular (g/mol)	72,11	Massa molecular (g/mol)	46,07	Massa molecular (g/mol)	118,09
Grupo funcional	Cetona	Grupo funcional	Alcool	Grupo funcional	Ac. Carb
Ordem de prioridade	7	Ordem de prioridade	8	Ordem de prioridade	1
pKa	14,7	pKa	16	pKa	4,2
Log P	0,29	Log P	-0,32	Log P	-0,59
Ponto de fusão (°C)	-86,7	Ponto de fusão (°C)	-117	Ponto de fusão (°C)	185-190
Ponto de ebulição (°C)	79,6	Ponto de ebulição (°C)	79	Ponto de ebulição (°C)	235
					

Fonte: Elaborado pelos autores

Estratégia pedagógica proposta para sala de aula

Para situar a viabilidade de aplicação dos jogos didáticos elaborados em consonância com os ‘Três Aspectos do Conhecimento Químico’ (JOHNSTONE, 1993; 2009), apresentamos uma proposta de encaminhamento didático aos professores da educação básica, possibilitando trabalharem com essa estratégia didática no ensino de química.

Como ponto de partida, recomendamos que o/a professor/a considere como problemática inicial situações relacionadas ao cotidiano dos estudantes, proporcionando uma reflexão de forma contextualizada com vista à construção e/ou retomada dos conceitos químicos sobre a solubilidade de compostos orgânicos.

Com os estudantes organizados em grupo, é possível em um primeiro momento o desenvolvimento de atividades que envolvem a leitura, análise e discussão de algum

texto que discorra sobre alguma temática de interesse. Como exemplo, podemos citar, o uso dos defensivos/pesticidas/agrotóxicos na produção e cultivo agrícola do país, possibilitando manifestar uma questão problema que envolva a produção de um produto químico que elimine/remova defensivos/pesticidas/agrotóxicos em casca de frutas com base na solubilidade dos compostos orgânicos. Em outras palavras, a eficácia desse produto químico está relacionada ao processo de solubilidade que ocorre entre a substância química em sua produção e os defensivos/pesticidas/agrotóxicos presente na casca das frutas (PARANÁ, 2018).

Considerando a leitura e análise de textos como ferramenta para auxiliar na promoção do pensamento crítico, além do desenvolvimento da interpretação e da escrita (ANASTASIOU; ALVES, 2004), o desenvolvimento desta atividade inicial proposta almeja instigar os estudantes a compreenderem aspectos relacionados no processo de eliminação/remoção de defensivos/pesticidas/agrotóxicos em casca de frutas por meio da produção de produto químico.

No tocante a isso, buscar abordar conceitos químicos sobre funções orgânicas e suas propriedades físicas e químicas, tais como, representação de compostos orgânicos, $\log P$, volatilidade, entre outros.

Assim, a estratégia sugerida consiste em instigar os estudantes a discutir e revelar suas concepções e/ou percepções a respeito da questão problema proposta, a saber: ***Há mais vantagens em utilizar o etanol ou butan-2-ona como solvente, na produção deste produto químico que elimina resíduos do agrotóxico C_6Cl_6 presente na casca de frutas?*** de modo a propiciar a reflexão e o surgimento hipóteses diante desta problematização inicial. Embora deixamos claro os objetivos dessa etapa, o/a professor/a pode encontrar resistência por parte dos estudantes, quanto à sua participação ativa. Logo, é importante enfatizar o papel do/a professor/a como mediador neste processo, de modo que considere estratégias que instiguem os estudantes na elaboração e elucidação de suas concepções e/ou percepção mediante questão em discussão.

O/a professor/a pode lançar questões norteadoras, de modo a contemplar os três aspectos do conhecimento químico. Como exemplo, é possível questionar os estudantes a respeito de situações cotidianas nas quais ocorre o processo de solubilidade, de modo que os estudantes compreendam seu significado e quando ocorre. Posteriormente, a empregabilidade e importância destes compostos orgânicos, *etanol*, *butan-2-ona* e C_6Cl_6 . Por fim, adentrar em questionamentos que remetem



a linguagem e representação química, por exemplo, qual o grupo funcional que pertence os compostos orgânicos, *etanol*, *butan-2-ona* e C_6Cl_6 , além de solicitar sua nomenclatura, fórmula estrutural e molecular. Deste modo, os estudantes são instigados a buscar compreender e/ou retomar os conceitos químicos referente a funções orgânicas e suas propriedades físicas e químicas. Por outro lado, o/a professor/a pode iniciar a mediação do processo de ensino e de aprendizagem em prol da superação de concepções direta e unicamente abstrata, ao passo que recorre inicialmente a questões que contemplam os aspectos macroscópios e representacionais de modo a privilegiar as relações existente entre o cotidiano e a temática de investigação.

Posteriormente, em um segundo momento, o/a professor/a disponibiliza aos estudantes os jogos didáticos elaborados com intuito de propiciar e/ou auxiliar na compreensão dos conhecimentos químicos envolvidos, ora presente em uma questão problema supracitada e/ou indagados em um questões norteadoras. Com o jogo didático “Cacheta Orgânica”, busca-se por meio dos aspectos macro e tangível, simbólico e matemático, evidenciar os conceitos químicos referentes à nomenclatura União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, em inglês) e as diferentes representações possíveis dos compostos orgânicos, além das situações cotidianas nas quais se fazem presentes. Dessa forma, as questões norteadoras supracitadas que remetem à apropriação do conhecimento científico podem ser utilizadas durante a condução da atividade, as quais remetem à exemplos de compostos orgânicos presente em situações do cotidiano e sua representação.

Nesse momento, o/a professor/a atuará como mediador para construção dos conhecimentos científicos, almejando superar as concepções errôneas dos estudantes e deixando claro os conceitos químicos envolvidos. Compreendemos o/a professor/a como essencial na superação da concepção do jogo pelo jogo, uma vez que a atividade proposta além de ser dinâmica e lúdica, será desafiadora aos estudantes por serem indagados, desafiados a demonstrar e/ou construir conhecimentos científicos por meio dos jogos didáticos propostos.

Com o intuito de complementar o jogo didático “Cacheta Orgânica”, e possibilitar meios para o entendimento da questão problema, o jogo didático “Super Orgânica” pode ser utilizado, tendo como objetivo abordar além dos aspectos macro e tangível, simbólico e matemático, ou seja, contemplando o aspecto molecular e invisível referentes aos compostos orgânicos, mais especificamente, sobre as propriedades físico-químicas. Novamente, o/a professor/a pode lançar novas questões norteadoras

para ser utilizadas durante a condução da atividade, as quais remetem a partir deste momento ao significado das propriedades e suas relações com a solubilidade, a diferença entre temperatura de fusão e ebulição em compostos orgânicos de mesmo grupo funcional, a tendência de alguns compostos orgânicos serem mais voláteis, seu caráter ácido e básico, além da ordem de prioridade para os grupos funcionais.

Para finalizar, sugerimos que o/a professor/a solicite aos estudantes a sistematização das discussões decorrentes das atividades desenvolvidas, por meio de um questionário norteador final, no qual podem ser abordadas questões envolvendo ambos os jogos propostos. Em relação ao jogo “Cacheta Orgânica”, é possível abordar sobre relações existentes entre as cartas que apresentam um determinado composto orgânico e/ou sobre compostos orgânicos utilizados em situações cotidianas, mas que não estejam presentes no jogo. Em relação ao jogo “Super Orgânica”, pode-se considerar questões que remetem as diferenças entre os compostos orgânicos apresentados, abordar sobre a tendência de um composto ser mais volátil e sua relação com a temperatura de ebulição, ou ainda, a diferença do *Log P* para os compostos orgânicos, seja em *octanol* ou em água, tais como *butan-2-ona* e *etanol*. Consequentemente, retomar a problemática apresentada inicialmente e verificar se houve a construção do conhecimento.

Note que, esta atividade final busca oportunizar aos estudantes refletir sobre todas as atividades desenvolvidas, contribuindo na apropriação, construção e/ou revisão do conhecimento científico sobre os compostos orgânicos e suas propriedades físicas e químicas, mediante a proposição de hipóteses e/ou explicações para a questão problema proposta, considerando os aspectos macroscópico, molecular e invisível, além de simbólico e matemático.

Vale ressaltar que não basta simplesmente utilizar o jogo como um instrumento pedagógico no processo de ensino e de aprendizagem. O mesmo precisa ser proposto de maneira articulada aos saberes e competências dos professores, possibilitando que seja explorada todas as potencialidades e/ou benefícios desses instrumentos pedagógicos. A utilização de jogos no ambiente educacional é uma das inúmeras estratégias profícuas e possíveis para a construção do conhecimento científico. Entretanto, a entrada desse instrumento pedagógico em sala de aula não pode ser vista como solução para os problemas do ensino (CUNHA, 2012). Compreendemos que, a utilização dos jogos didáticos à luz dos ‘Três Aspectos do Conhecimento Químico’ (JOHNSTONE, 1993; 2009), pode contribuir no processo de ensino e aprendizagem,



além de auxiliar no processo de popularização e divulgação da ludicidade no ensino de química, corroborando no enriquecimento dessa área de estudos, conforme sugerido por Ramos et al. (2017). Logo, apresenta-se como uma base teórica pertinente para discussões e pesquisas, resultando em atividades lúdicas no ensino de química.

Considerações finais

A elaboração e/ou reprodução de jogos didáticos, quando ancoradas por evidências acadêmicas, pode ser um instrumento pedagógico promissor no ensino de química. Merecem atenção e espaço no ambiente escolar, uma vez que se evidencia a sua importância como estratégia metodológica de ensino. No tocante a isso, podendo ser capaz de contribuir na melhoria do processo de ensino e aprendizagem, de modo a oportunizar aos estudantes a construção dos conhecimentos científicos a partir da interação aluno-aluno e aluno-professor.

A proposta de jogos didáticos elaborados, “Cacheta Orgânica” e “Super Orgânica”, à luz dos Três Aspectos do Conhecimento Químico, tem como intuito possibilitar meios para promoção da construção de conhecimentos químicos sobre funções orgânicas e suas propriedades físicas e químicas atrelada a ludicidade e envolvendo uma problemática contextualizada. Estratégia e/ou metodologia como a proposta neste trabalho, requer do estudante um maior protagonismo, no sentido de articular os conceitos considerando os três aspectos do conhecimento químico, ou seja: o molecular e invisível, a partir da discussão de fenômenos em nível macroscópico; o invisível e molecular, por meio dos conceitos químicos que explicam tais fenômenos e; por fim, o simbólico e matemático, a partir da linguagem química que representa os fenômenos químicos envolvidos. Deste modo, acreditamos ser possível superar a concepção de um processo de ensino e aprendizado pautado simplesmente na mera memorização da nomenclatura dos compostos orgânicos.

Portanto, ao possibilitar aos estudantes manipular as cartas e refletir sobre os conceitos químicos envolvidos por meio de questões norteadoras lançadas pelo professor, expondo seus pensamentos e concepções, a aprendizagem em sala de aula tem o potencial de ser favorecida à medida que os aspectos macro e tangível, molecular e invisível, simbólico e matemático estão sendo considerados. A utilização de jogos didáticos, tais como os propostos neste trabalho, são capazes de oferecer aos estudantes um ensino de química mais lúdico, dinâmico e desafiador, mediante

uma abordagem problematizadora e contextualizada, permitindo estabelecer relações entre os conceitos químicos vivenciados em sala de aula com o seu cotidiano de modo a torná-los protagonistas do processo de ensino e da aprendizagem.

Como sugestão de encaminhamentos futuros, almejamos que os jogos didáticos apresentados possam ser utilizados como estratégia didática inovadora nos diferentes níveis de ensino. Além disso, subsidie discussões profícuas sobre os benefícios e/ou vantagens dos jogos didáticos no ensino de química/ciências quando tomando por base de pressupostos teóricos, ou seja, superando discursos simplistas que abordam o jogo pelo jogo.

Pedagogical proposal of Didactic Games elaborated for the Teaching of Organic Functions and Physical-Chemical Properties

Abstract

Reflection and the development of didactic strategies are crucial for improving the quality of teaching and learning processes. The use of didactic games is able to stimulate students' curiosity, arousing interest in scientific knowledge, has been highlighted as an innovative didactic strategy. However, based on the academic experiences reported in the literature, we often notice a lack of theoretical foundation in the proposed didactic games. In view of the above, the present work aims to propose as a pedagogical proposal the use of didactic games for the teaching of chemistry, based on the 'Three Aspects of Chemical Knowledge'. Therefore, we present the proposition of two didactic games, called "Cacheta Orgânica" and "Super Orgânica" and, aiming at their application, we suggest ways to be followed, in order to encourage basic education teachers. In this way, we believe that this work can help in the process of popularization and dissemination of playfulness in the teaching of chemistry, in addition to providing a dynamic and challenging approach, which allows students to be active subjects and protagonists in the teaching and learning process.

Keywords: Chemistry Teaching. Didactic Strategies. Pedagogical Practices.

Notas

¹ Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

² Disponível em: <https://echa.europa.eu/>



Referências

- ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. Estratégias de ensinagem. In: _____. (Orgs.). **Processos de ensinagem na universidade**. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 3. ed. Joinville: Univille, p. 67-100, 2004.
- BORGES, E. E. *et al.* Trilha das Funções Orgânicas: Um Jogo Didático para o Ensino de Química. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 4, p. 133-140, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. 2. ed. Brasília: MEC/Semtec, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Orientações Curriculares para o Ensino Médio Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, MEC/ Semtec, 2008.
- BINSFELD, Silvia Cristina; AUTH, Milton Antonio; MACÊDO, Aline Pereira. A Química Orgânica no Ensino Médio: evidências e orientações. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência. Águas de Lindóia**, 2013.
- CARVALHO, F. S. *et al.* Dominó químico – substâncias inorgânicas: uma aula diferenciada. In: Encontro Nacional de Ensino de Química – XV ENEQ. **Livro de Resumos [...]**, Brasília. Disponível em: <<http://www.sbq.org.br/eneq/xv/resumos/R1186-1.pdf>> Acesso em: 08 mar. 2020.
- CUNHA, M. B. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, [s. L.], v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.
- CLEOPHAS, M. G. Jogo, tic e ensino de química: uma proposta pedagógica. In: XVII Encontro Nacional de Educação em Ciências, XVII ENEC. **Anais [...]**, I Seminário Internacional de Educação em Ciências, I SIEC, Viana do Castelo, POR, p. 375-383, 2017.
- CLEOPHAS, M. G. *et al.* Algunas consideraciones sobre los Juegos de Realidad Alternativa (ARG) y su uso en la enseñanza de Ciencias Naturales. **Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología**, p. 1519-1524, 2016.
- CEDRAN, D. P. *et al.* Os três aspectos do conhecimento químico: desenvolvendo relações sobre o tema soluções. **Kiri-Kerê-Pesquisa em Ensino**, n. 5, 2018.
- COSTA, M. A. O. **A EFICÁCIA DOS JOGOS NA APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA**. Disponível em: <<http://calafiori.edu.br/wp-content/uploads/2018/04/A-EFIC%C3%81CIA-DOS-JOGOS-NAAPRENDIZAGEM-DE-MATEM%C3%81TICA.pdf>> Acesso em 10 dez. 2019.
- DANTAS, SMM de M.; SANTOS, J. O. Estrutura e Utilização do Laboratório de Ciências em Escolas Públicas de Ensino Médio de Teresina-PI. **Revista da SBEnBio**, n. 7, p. 4267-4275, 2014.
- FIGUEIRÊDO, A. M. T. A. *et al.* Os desafios no ensino de Ciências nas turmas de Jovens e Adultos na área de química. **Revista Inter Ação**, v. 42, n. 1, p. 214-232, 2017.

FELÍCIO, C. M.; SOARES, M. H. F. B. Da Intencionalidade à Responsabilidade Lúdica: Novos Termos para uma Reflexão Sobre o Uso de Jogos no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 3, 2018.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**/Paulo Freire -59ªed – Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2019.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química nova na escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009

GARCEZ, E. S. C. **O lúdico em ensino de química: um estudo do estado da arte**. 2014. 142 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

JOHNSTONE, A. H. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**. n. 70, p. 701 705, 1993.

JOHNSTONE, A. H. Theaching of Chemistry - Logical or Psychological? **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 1, n 1, p. 9-15, 2000.

JOHNSTONE, A. H. You can't get there from here. **Journal of Chemical Education**, v. 87 n. 1, p. 22-29, 2009.

MIRANDA, Simão de. No fascínio do jogo, a alegria de aprender. **Linhas Críticas**. Brasília, v. 8, n. 14, p.21-34, jan/jun. 2002,

MESSEDER NETO, H. S.; MORADILLO, E. F. O Lúdico no Ensino de Química: Considerações a partir da Psicologia Histórico-cultural. **Quím. Nova na escola**. – São Paulo-SP, BR. v.38, v 4. 360-368, nov. 2016.

MELO, M. S. **A transição entre os níveis - macroscópico, submicroscópico e representacional: uma proposta metodológica**. 2015. 134 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

NETO, J. E. S.; SILVA, J. R. R. T. Atividade lúdicas e a teoria dos perfis conceituais. In: Maria das Graças Cleophas, Márlon Herbet Flora Barbosa Soares. (Org.). **Didatização lúdica no Ensino de Química/Ciências - Teorias de Aprendizagem e outras interfaces**. 1ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, v. 1, p. 33-43, 2018.

PONTES, A. N. et al. O ensino de química no nível médio: um olhar a respeito da motivação. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. **Anais [...]**, Curitiba, 2008, p. 1-10. Disponível: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0428-1.pdf>> Acesso em: 15 abr. 2020.

PARANÁ. Secretaria da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior – Fundação Araucária. **A vitrine do conhecimento paraná faz ciência**. Paraná, SEED/PR, 2018.

REIS, M. **Martha Reis Marques da Química: ensino médio** / Martha Reis. --2. ed. -- São Paulo : Ática, 2016.

RAMOS, E. D. S; SANTOS, F. A. D. C.; LABURÚ, C. E. O uso da ludicidade como ferramenta para o ensino de química orgânica: o que pensam os alunos. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 119-136, 2017.

LOPES, C.; RODRIGUES, K.; RODRIGUES, S. R. C. Jogos cooperativos e argumentação: potencialidades para a promoção do pensamento crítico e reflexivo no ensino de Matemática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 3, p. 244-263, 5 maio 2020.



LÜDCKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

SOARES, M. H. F. B. Jogos e atividades lúdicas no ensino de química: uma discussão necessária para novos avanços. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 2, n. 2, p. 5-13, 2016.

SOARES, M. H. F. B.; MESQUITA, N. A. S.; REZENDE, D. B. O Ensino de Química e os 40 anos da SBQ: o desafio do crescimento e os novos horizontes. **Química Nova**, v. 40, n. 6, p. 656-662, 2017.

SILVA, A. C. R.; LACERDA, P. L.; CLEOPHAS, M. G. Jogar e compreender a Química: ressignificando um jogo tradicional em didático. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 13, n. 28, p. 132-150, 2017.

SILVA, L. A. et al. Uso dos Jogos digitais em disciplinas científicas do nível superior: teorias e argumentos para sua implementação. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC. **Anais [...]**, Florianópolis, SC, p. 1-10. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2483-1.pdf>> Acesso em: 20 Abr. 2020.

ZUANON, A. C. A. DINIZ, R. H. S. NASCIMENTO, L. H. Construção de jogos didáticos para o ensino de biologia: um recurso para integração dos alunos à prática docente. **Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia**. V. 3, n. 3, p. 49-59, setembro/dezembro, 2010.

WARTHA, E. J.; REZENDE D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 275-290, 2011.

WARTHA, E. D.; KIOURANIS, N. M. M.; VIEIRA, R. M. Jogos educativos e o desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico. In: Maria das Graças Cleophas, Márlon Herbet Flora Barbosa Soares. (Org.). **Didatização lúdica no Ensino de Química/Ciências - Teorias de Aprendizagem e outras interfaces**. 1ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, v. 1, p. 65-77, 2018.

Atividade experimental no ensino remoto, utilizando arduino para o ensino das transformações gasosas

Tiago Destéffani Admiral*

Resumo

Frente às diversas dificuldades encontradas para a realização das atividades de ensino remotas, devido à pandemia do novo Sars Covid-19, podemos destacar especialmente a realização de atividades experimentais em ciências. Este artigo descreve a construção e aplicação de dois protótipos experimentais, de baixo custo, baseados no micro controlador arduino, para realizar experimentos sobre transformações gasosas. Os protótipos utilizam a placa “arduino mini 3,3V” em conjunto com o sensor BMP280, e foram utilizados para realizar aquisição de valores de temperatura e pressão em tempo real. Foram obtidas experimentalmente as curvas das transformações isotérmicas e isométricas, de forma que os alunos puderam acompanhar em tempo real, por vídeo, a realização do experimento, bem como tiveram acesso à aquisição de dados, mostrados em tempo real. Os alunos puderam realizar o tratamento dos dados normalmente, mesmo num ambiente virtual. Os resultados experimentais possibilitaram ajustes extremamente precisos com excelentes valores de correlação de pearson ($r^2 = 0,975$) para a curva isométrica e $r^2 = 0,958$ para isotérmica). A análise do desempenho dos alunos, assim como suas impressões ao longo da atividade, demonstrou resultados de aprendizagem extremamente satisfatórios.

Palavras-chave: Arduino. Ensino de Ciências. Transformações gasosas.

* Doutor em Ciências Naturais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, RJ, Brasil. E-mail: tdesteffani@gmail.com



Introdução

O ensino de ciências pressupõe a mobilização de uma gama de conhecimentos de áreas correlacionadas e complementares, especialmente quando se adota uma postura investigativa (CARVALHO, 2004). Nesse sentido, tanto a dimensão fenomenológica como o desenvolvimento das habilidades práticas são muito beneficiadas pelas atividades experimentais em sala de aula.

Embora a contribuição da experimentação para o ensino de ciências esteja amplamente documentada na literatura (GIORDAN, 1999; GONÇALVES e MARQUES, 2006; KRASILCHIK, 2008; BASSOLI, 2014), vivemos em uma realidade na qual, com a suspensão de grande parte das atividades presenciais, as atividades experimentais precisam passar por uma reestruturação, para se adequarem aos moldes do ensino remoto (DA SILVA, et. al. 2021).

Esse artigo descreve uma experiência de ensino remoto, com utilização de arduino como recurso experimental, aplicada a uma turma de 12 alunos de licenciatura em física. A proposta teve como objetivo demonstrar experimentalmente a validade da equação de Clapeyron, que relaciona as variáveis de estado em transformações termodinâmicas (SEARS, et. al. 2009). Para tanto foram construídos dois protótipos, um para realizar uma transformação isométrica e outro para realizar uma transformação isotérmica.

Atividades experimentais sobre esse tema são encontradas na literatura (BRUNETTO, OLIVEIRA e JÚNIOR, 2005; MARQUES, 2012) com a utilização de materiais laboratoriais específicos, e que nem sempre estão à disposição do professor. Também encontramos na literatura um trabalho (CARDOSO e ZANNIN, 2019) utilizando o arduino para medir as variáveis de estado. Entretanto a construção do equipamento concebido pelos autores demanda ferramentas específicas, como torno mecânico, por exemplo. Além de uma estrutura complexa que envolve materiais não tão acessíveis, o que pode dificultar, ou até inviabilizar, a reprodução do experimento em alguns casos.

Os protótipos apresentados em nosso trabalho, por outro lado, além de apresentarem baixo custo e fácil manipulação, foram capazes de mostrar os resultados das medidas das variáveis de estado, em tempo real, durante os processos, com precisão adequada para modelagem e propósitos didáticos. O que é interessante, uma vez que na literatura encontramos relatos de que a atividade de modelagem

matemática apresenta enormes benefícios na aprendizagem, tanto de ciências quanto de matemática em si (HONORATO e FIORENTINI, 2021; MALHEIROS, SOUZA e FORNER, 2021).

A escolha da utilização da plataforma arduino se deu pela sua praticidade em relação à aquisição de sensores, programação, custo e apresentação dos dados, bem como o fato de existirem vários trabalhos com bons resultados experimentais utilizando esse recurso (ADMIRAL, 2020; ALMEIDA, 2021). A plataforma arduino apresenta *hardware* e *software* livres, dessa forma o acesso às informações sobre a programação desse controlador são encontradas com facilidade na internet.

As transformações gasosas

A equação dos gases ideais de Clapeyron (equação 1) é uma relação matemática empírica, que se destina a relacionar as variáveis de estado de um gás ideal, confinado em um recipiente.

$$pV = nRT \quad (1)$$

Em que p é a pressão absoluta exercida pelo gás em Pa , V corresponde ao volume ocupado pelo gás em m^3 , n é o número de mols do gás contidos no recipiente, R é a constante dos gases ideais ($8,31 \text{ J/mol.K}$) e T é o valor da temperatura em Kelvin (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2016).

A equação de Clapeyron, por vezes chamada de “equação dos gases ideais”, recebeu esse nome em homenagem a Benoit Paul Émile Clapeyron (1799-1864). Ele investigou qual seria a relação entre as variáveis (p , V e T) ao confinar certa quantidade de gás em um recipiente, mantendo algumas variáveis fixas e modificando outras. Com relação à característica de “gás ideal”, percebeu-se que quanto menor o valor de n , melhor a equação 1 descrevia o comportamento do gás. Portanto a equação, embora modelada para gases ideais que são inexistentes na natureza, também explica satisfatoriamente o comportamento de qualquer gás desde que n seja suficientemente pequeno (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2016).

O assunto “transformações gasosas”, abordado tanto no ensino médio quanto superior, tanto na física quanto na química, nada mais é do que o estudo de casos particulares da equação 1, e para cada caso uma das variáveis de estado é mantida constante. A nomenclatura utilizada para descrever cada transformação faz



referência à variável mantida constante, sendo elas: isotérmica (temperatura constante); isométrica (volume constante) e isobárica (pressão constante). Além dessas transformações existe também o caso mais geral no qual nenhuma das variáveis é mantida constante, chamada de adiabática.

Transformação isotérmica

Na transformação isotérmica as variáveis de pressão e volume são alteradas, ao passo que a temperatura permanece constante. Assumindo essa situação, o valor de T na equação 1 deixaria de ser uma variável, assumindo um valor constante, logo teremos uma situação na qual:

$$pV = \text{constante} \quad (2)$$

A equação 2 nos mostra que o produto (pV) se torna o mesmo para qualquer momento ao longo da transformação isotérmica, assim sendo podemos assumir que, para dois estados diferentes (1 e 2), de pressão e volume, teremos:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad (3)$$

A equação 3 é muito utilizada para determinação de variáveis em estados diferentes, ao longo de uma mesma transformação. Se manipularmos a equação 2 para obtermos qual é a dependência matemática da pressão em relação ao volume, teremos a seguinte relação:

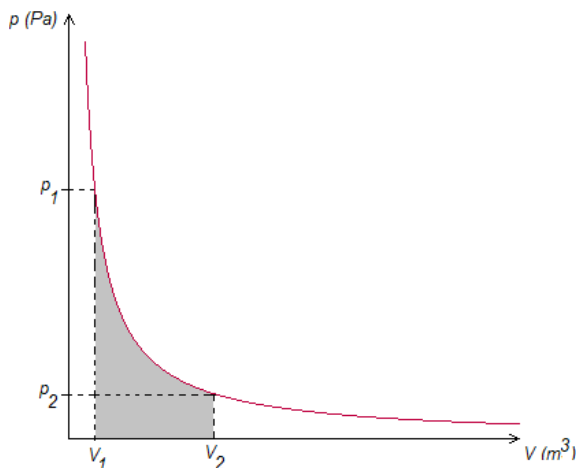
$$p(V) = \frac{C_1}{V} \quad (4)$$

Em que C_1 é uma constante, obtida pelo produto nRT . A equação 4 prevê que se traçarmos o gráfico pressão *versus* volume, para a transformação isotérmica, devemos observar uma curva do tipo hipérbole. Esse diagrama ($p \times V$) é muito utilizado para ilustrar graficamente processos que envolvem sucessivas transformações, em especial situações que envolvem um sistema voltando recorrentemente ao mesmo estado após algumas transformações, o que chamamos de ciclo termodinâmico.

Esse diagrama é importante, em especial para a física, pois nos permite determinar o trabalho realizado por um gás durante uma transformação, o que pode ser calculado determinando a área sob o gráfico, delimitado por dois volumes, inicial e

final. A Figura 1 ilustra uma situação na qual um gás realiza uma expansão isotérmica, e a área destacada sob a curva isoterma, entre os volumes V_1 e V_2 , representa o trabalho realizado pelo gás.

Figura 1: Gráfico da curva isoterma, com representação da área correspondente ao trabalho realizado pelo gás



Fonte: Elaboração própria.

Como sabemos, a área sob a curva pode ser obtida através da integração definida da função que determina a curva, com os limites de integração definidos pelos valores V_1 e V_2 , dessa forma teremos que, o trabalho (W), é dado por (SEARS, et. al. 2009):

$$w = \int_{V_1}^{V_2} p \cdot dV \quad (5)$$

Substituindo p , pela sua função correspondente dada por (4), teremos que:

$$w = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} dV = nRT [\ln(V)]_{V_1}^{V_2}$$

Aplicando os limites de integração, e a propriedade de logaritmo relacionada à diferença entre logaritmos de mesma base, temos que:

$$w = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) \quad (6)$$

A equação 6 nos fornece o trabalho, em Joules, exercido pelo (ou sobre) o gás numa expansão ou compressão isotérmica.

Transformação isométrica

A transformação isométrica, que também é chamada de isocórica, ou ainda, isovolumétrica, é aquela na qual o volume do recipiente que contém o gás permanece constante durante todo o processo. Manipulando a equação 1 com esse pressuposto, temos que a relação entre as variáveis p e T é dada por:

$$p(T) = C_2 T \quad (7)$$

Em que C_2 é uma constante dada por $\left(\frac{nR}{V}\right)$. Percebemos então que a equação 7 prevê uma relação linear entre a pressão e a temperatura, para uma transformação isométrica (SEARS, et. al. 2009).

Em uma transformação isométrica, diferente do caso isotérmico, não há realização de trabalho. Isto ocorre devido ao fato de que a integral sob a área da curva, no diagrama $p \times V$, é uma integral nula. Esse resultado é de demonstração trivial, dado que, uma vez que não há mudança de volume, os limites de integração da integral mostrada na equação 5 são iguais e, pelo teorema fundamental do cálculo, temos que o resultado da integral definida deve ser nulo.

Transformação isobárica

Nesta transformação termodinâmica o parâmetro que permanece inalterado é a pressão. Manipulando a equação 1, e considerando constante a pressão, temos que:

$$V(T) = C_3 T \quad (8)$$

Em que C_3 é uma constante dada por $\left(\frac{nR}{p}\right)$. A equação 8 prevê que um aumento de temperatura implicará em um aumento linear do volume ocupado pelo gás, durante o processo isobárico.

Como, nesse processo, ocorre uma mudança no volume, temos que o trabalho realizado pelo gás, entre dois estados, será diferente de zero.

Entretanto, diferente do caso isotérmico, o trabalho em uma transformação isobárica é matematicamente bem mais simples, isso ocorre pelo fato de que, no

diagrama $p \times V$, a curva de uma isobárica é uma linha horizontal paralela ao eixo V , portanto a área sob a curva é a área do retângulo cujos lados são: o valor da pressão; e a variação de volume, o que resulta em:

$$w = p\Delta V \quad (9)$$

Transformação adiabática

A transformação adiabática é um caso no qual todas as variáveis de estado sofrem alterações. Esse tipo de transformação ocorre, de maneira geral, em intervalos de tempo relativamente curtos. Um exemplo comum de um gás sofrendo uma expansão adiabática pode ser observado quando utilizamos desodorantes do tipo spray.

Ao acionar o botão de liberação do desodorante é perceptível uma imediata diminuição na temperatura do recipiente. Ao acionar o botão, o gás em alta pressão no interior do recipiente, é colocado em contato com o ambiente externo, isso faz com que ocorra uma expansão espontânea do gás, de maneira súbita. Como não estamos fornecendo energia para subsidiar esse processo, ele é realizado às custas da energia interna do gás, energia essa que está diretamente relacionada com a temperatura absoluta. Dessa forma a queda na energia interna reflete em uma queda na temperatura.

Embora utilizamos esse exemplo para ilustrar o que ocorre numa transformação adiabática, perceba que o parâmetro η não permanece constante durante o processo, uma vez que a parte do gás que está se expandindo “vaza” para fora do frasco do desodorante. Mesmo assim as características desse exemplo são equivalentes ao da transformação adiabática.

A relação entre as variáveis de estado durante uma transformação adiabática é dada pela equação 10 (SEARS, et. al. 2009):

$$pV^\gamma = \text{constante} \quad (10)$$

Em que $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$, que representa a razão entre o calor específico molar à pressão constante e o calor específico molar à volume constante do gás. E de forma análoga o trabalho realizado nessa transformação também será determinado pela integral definida entre os valores de V_1 e V_2 .

Metodologia

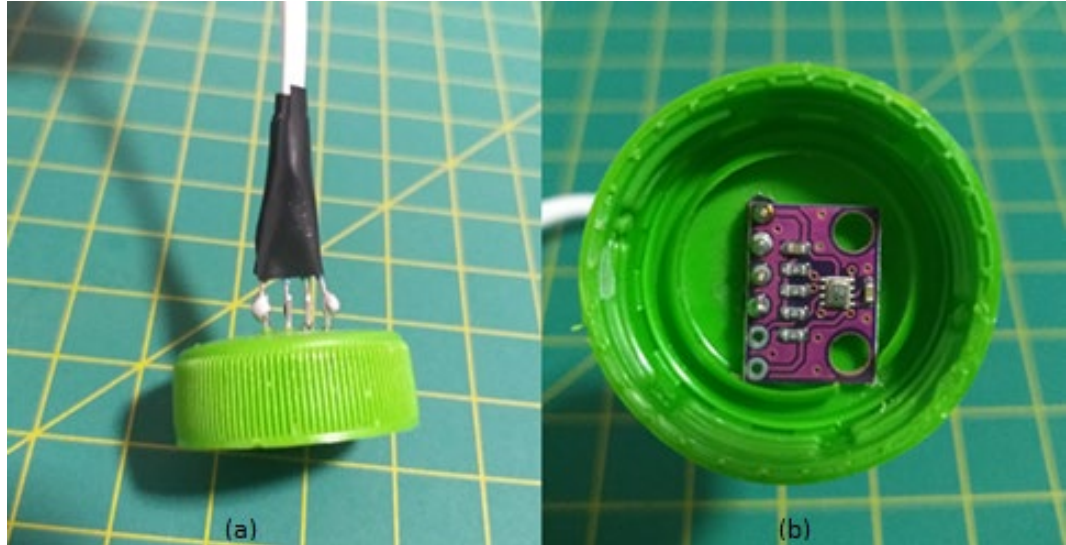
Nessa seção vamos descrever a construção dos dois protótipos, um deles será utilizado para realizar o experimento da transformação isométrica, e o outro para a transformação isotérmica. Para a construção do protótipo experimental para a transformação isométrica são necessários os seguintes materiais:

- Arduino pro/mini (3,3V);
- Sensor BMP280;
- Conversor serial FTDI USB;
- Fios;
- Garrafa plástica (água mineral ou refrigerante) com tampa;

Os fios utilizados são normalmente encontrados em instalações de interfonos residenciais, e possuem quatro vias. O procedimento inicial é posicionar o sensor BMP280 na parte interna da tampa da garrafa de refrigerante. É necessário então fazer uma marcação na tampa, através dos quatro pinos iniciais, para perfurá-los posteriormente, figura 2(b). O que pode ser feito com qualquer objeto pontiagudo, como um prego, por exemplo.

Após perfurar os quatro pontos indicados, é necessário passar as quatro vias do fio, já decapadas, e soldá-las aos pinos do BMP280. Esses pinos são, respectivamente, os pinos grafados com as indicações: Vcc; Gnd, Scl e SDA. O primeiro (Vcc) corresponde à alimentação positiva; o segundo (Gnd) corresponde à alimentação negativa; os outros dois (Scl e SDA) correspondem à comunicação por protocolo I2C. Na Figura 2(a) podemos observar os quatro fios já soldados no sensor, atravessando a tampa. Já na Figura 2(b) o que se vê é o sensor BMP280 encaixado na parte interna da tampa.

Figura 2: (a) Visão dos fios saindo da tampa, já perfurada e (b) sensor BMP280.



Fonte: Elaboração própria.

Após o procedimento ser realizado basta enroscar a tampa na garrafa. Esse conjunto é a câmara de volume constante, a qual poderá ser submetida a um aumento de temperatura para verificação da pressão.

A parte da programação é realizada conectando os pinos que vêm do BMP280 ao arduino. O quadro 1 mostra como devem ser feitas as ligações entre o sensor BMP280 e o arduino:

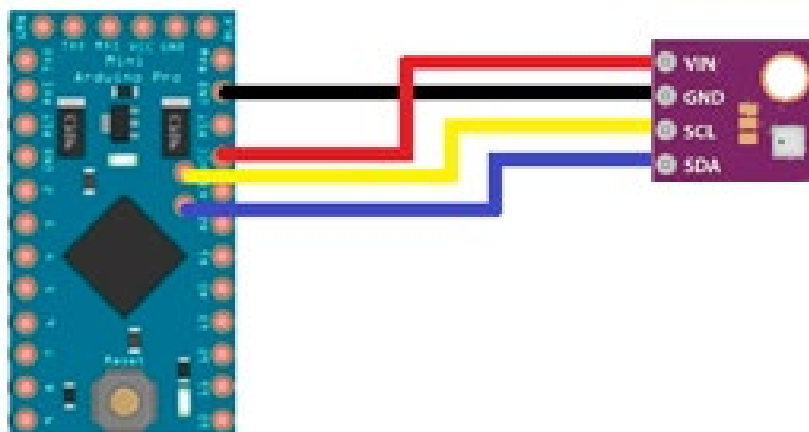
Quadro 1: Ligação entre o arduino e o BMP280.

Pino no Arduino	Pino correspondente no BMP280
Vcc	Vcc
Gnd	Gnd
A4	SCL
A5	SDA

Fonte: Elaboração própria.

As ligações mostradas no quadro 1 também podem ser representadas pelo diagrama esquemático mostrado na Figura 3:

Figura 3: Diagrama ilustrando a ligação entre o arduino e o BMP280.



Fonte: Elaboração própria.

Uma vez conectados os fios, basta realizar a programação do arduino. Como esse modelo de arduino não possui conversor lógico e saída USB, é necessário utilizar o conversor serial FTDI USB, que se conecta diretamente à placa arduino e, através de um cabo USB, é ligado ao computador. Após a conexão no computador basta abrir a IDE (ambiente de programação do arduino) e carregar o código mostrado na Figura 4:

Figura 4: Código do programa para configuração do protótipo.

```
#include <Adafruit_Sensor.h> //Incluir biblioteca
#include <Adafruit_BMP280.h> //Incluir biblioteca

Adafruit_BMP280 bmp; //Inclusao de objeto com comunicação I2c

void setup() {
  Serial.begin(9600); //Inicia serial
  if(!bmp.begin(0x76)){ //caso não reconheça o sensor
    Serial.println(F("Sensor BMP280 não encontrado.));
    while(1); //tenta infinitamente
  }
}

void loop() {

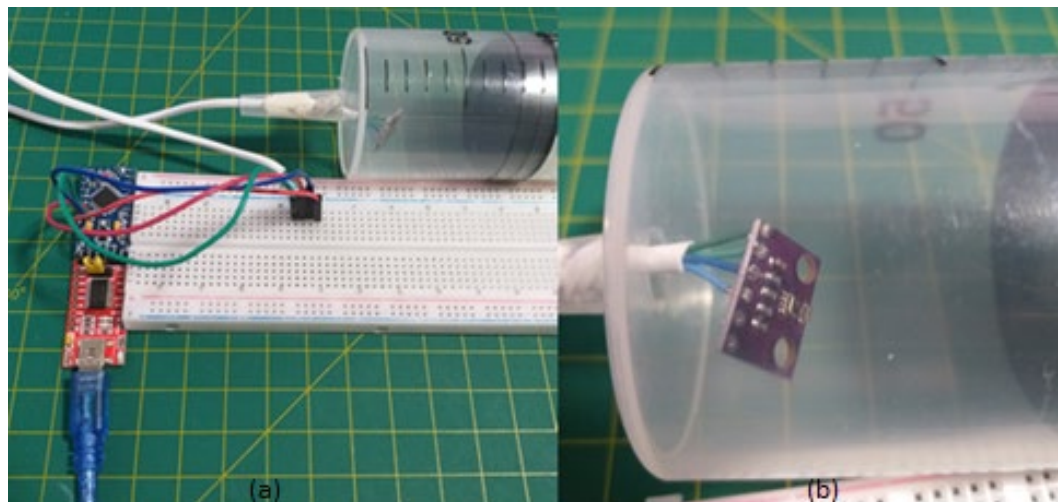
  Serial.print(bmp.readTemperature());Serial.print(",");
  Serial.println(bmp.readPressure()); //Imprime o par temperatura e pressão
  delay(1000); //Intervalo de 1s
}
```

Fonte: Elaboração própria.

Essa etapa conclui toda a configuração necessária para o primeiro protótipo. A construção do segundo protótipo, para obter as medidas da transformação isotérmica, irá utilizar os mesmos componentes, mas a garrafa, por sua vez, será substituída por uma seringa grande (100mL ou maior), do tipo utilizada em confeitarias.

A conexão entre o arduino e o BMP280 é exatamente a mesma descrita anteriormente, entretanto agora o sensor deve ser colocado no interior da seringa, de forma que os fios passem pela saída estreita da mesma. Para evitar que o ar saia pela seringa durante a compressão, deve-se colocar algum material preenchendo o espaço entre a saída da seringa e o fio (figura 5(b)). Esse material pode ser cola quente, ou mesmo borracha do tipo encontrada em lojas de material escolar. Na Figura 5 podemos ver o segundo protótipo já pronto.

Figura 5: (a) Protótipo conectado ao arduino por meio do conversor FTDI e (b) Sensor BMP280 no interior da seringa.



Fonte: Elaboração Própria.

A Figura 5(a) mostra (à esquerda) a placa arduino mini e o conversor FTDI, os fios estão conectados, por meio de uma *protoboard* que é opcional, aos fios do BMP280. Já a Figura 5(b) mostra uma imagem aproximada do BMP280 no interior da seringa.

Com o protótipo nessa forma final basta deslizar o êmbolo da seringa e o sensor indicará os valores de pressão medidos, para diferentes volumes.

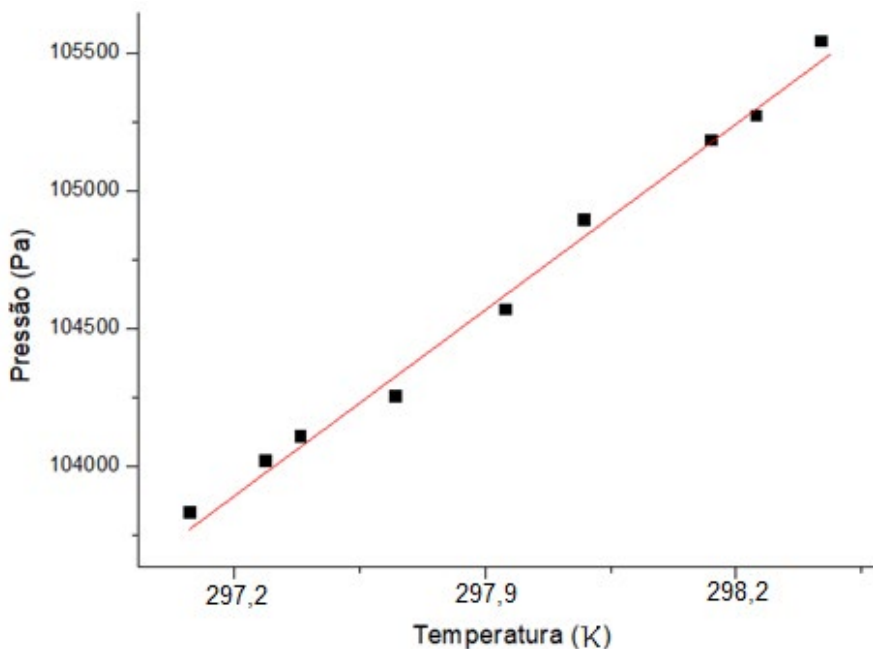
Resultados e discussões

Prática da transformação isométrica

Como previsto teoricamente, em uma transformação isométrica, com o aumento da temperatura de um gás ideal, esperamos obter um aumento linear na pressão exercida pelo gás. O primeiro protótipo, inicialmente à temperatura de $296,9\text{ K}$, foi colocado completamente mergulhado em um recipiente com água, à temperatura de $302,8\text{ K}$. De forma que, ao atingir o equilíbrio térmico com a água, averiguamos o novo valor de pressão interna.

Na última linha de comando de programa, mostrada na Figura 4, pode ser observada a função “*delay*” que é um comando para que o programa aguarde para executar seu *loop* novamente, o valor que aparece dentro dos parênteses “1000” corresponde, em milissegundos, ao tempo que deve ser aguardado. Dessa forma nossos valores de pressão e temperatura são exibidos em intervalos regulares de um segundo. O gráfico dos primeiros dez segundos é mostrado na Figura 6:

Figura 6: Gráfico dos valores de Pressão *versus* Temperatura.



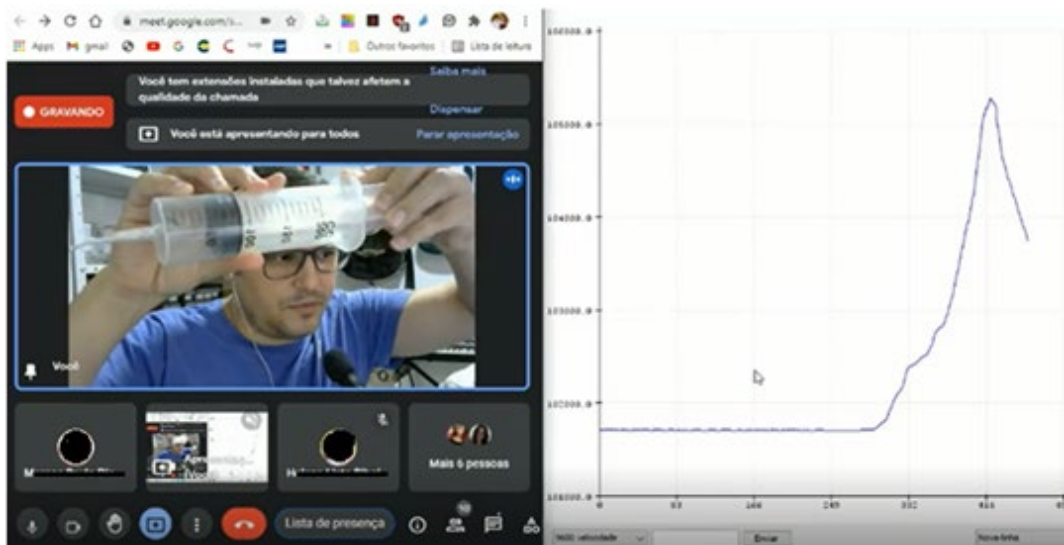
Fonte: Elaboração própria.

A Figura 6 mostra graficamente os pontos experimentais obtidos na medida realizada com os alunos, bem como a reta ajustada para esses dados experimentais. Os dados do experimento mostraram uma excelente correlação ($r^2 = 0,975$) entre os valores de pressão e temperatura, resultado que nos permitiu afirmar, com segurança, que o experimento conseguiu demonstrar o que era previsto teoricamente.

Com relação ao aspecto didático, os alunos puderam acompanhar não apenas visualmente o experimento, mas também os valores das medidas obtidos em tempo real. O arduino possui uma saída, através do monitor serial, que permite a exibição de valores em tempo real, como a tela se encontrava compartilhada no momento da aula os alunos também puderam acompanhar a evolução dos dados.

Outro recurso utilizado foi o *serial plotter*, que é uma saída que exibe na tela os valores na forma gráfica, em tempo real, o que permitiu que os alunos também pudessem acompanhar o esboço gráfico das medidas, como mostrado na Figura 7.

Figura 7: Imagem durante a aula remota, com a demonstração do funcionamento do plotter serial.



Fonte: Elaboração própria.

Como essa interface fornece uma curva, e não os valores separadamente em uma tabela, apenas foi mostrada a título de ilustração, para mostrar a relação linear entre as grandezas. Entretanto isso ocorreu após os alunos já terem tido acesso aos dados numéricos, exibidos previamente no monitor serial.

No que diz respeito à participação dos alunos percebemos, desde o início da aula, que a atividade foi muito bem acolhida pelos alunos, que se manifestaram prontamente a participar da atividade, demonstrando interesse e curiosidade.

No início da atividade, que durou um tempo total de duas horas e 15 minutos, o professor realizou uma explicação breve sobre como seria a dinâmica da aula. Logo em seguida, com o auxílio da câmera, apresentou a placa arduino mini e também o sensor BMP280, juntamente com o aparato (previamente preparado) mostrados nas figuras 2 e 5.

Antes de iniciar o experimento (isométrico) o professor questionou os alunos o que aconteceria com os valores das variáveis (p e T) se ele mergulhasse a garrafa de refrigerante na água quente. Prontamente dois alunos responderam:

Aluno 1: “A temperatura sobe...[inaudível]...pressão junto”

Aluna 2: “Aumenta a pressão e a temperatura”

De fato, os alunos previram de forma correta o que estava para acontecer. Como eles já tinham tido contato com a parte teórica da disciplina, já conseguiram prever o que deveriam esperar de uma transformação isométrica.

Com a tela compartilhada, o professor abriu o monitor serial do arduino e mergulhou a garrafa de refrigerante na água já separada para essa finalidade. Imediatamente os dados começaram a ser mostrados na tela do computador.

Os dados obtidos nas medidas foram compartilhados com os alunos no formato de tabelas, para que eles pudessem analisá-los posteriormente. A maior parte dos alunos (10 alunos) utilizou o *software Excel* para fazer a análise estatística e gráfica. Os demais fizeram uso da técnica dos mínimos quadrados (AGUIAR e MOREIRA JÚNIOR, 2021), de forma manual, para obter a equação da melhor reta.

Prática da transformação isotérmica

Antes de iniciar o experimento da transformação isotérmica o professor questionou os alunos sobre o que eles achavam que iria acontecer com os valores das variáveis (p e V) enquanto ele puxasse o êmbolo. Vários alunos abriram o microfone simultaneamente, gerando uma sobreposição momentânea de respostas. Imediatamente, em seguida, um aluno afirmou:

Aluno 1: “Quanto maior o volume menor a pressão”

E, logo na sequência:

Aluno 3: “Diminuindo o volume vai ter mais pressão”

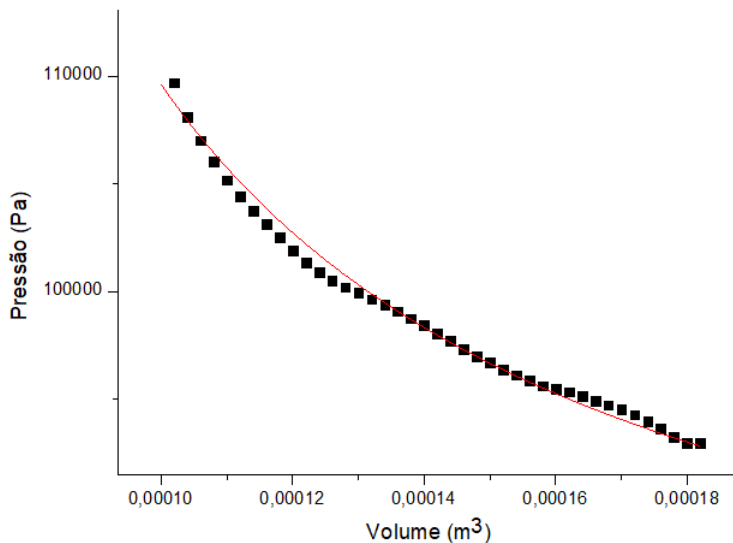
Outros dois alunos, que haviam se manifestado inicialmente, concordaram com mensagens escritas no *chat*. O que indica que eles já haviam compreendido que existia uma relação inversamente proporcional entre essas grandezas, durante esse tipo de transformação.

Para realizar o experimento de obtenção da curva isotérmica optou-se por fazer uma expansão isotérmica, justificada pela facilidade no momento da execução. O êmbolo, inicialmente indicando a ocupação de um volume de 100ml, foi puxado gradualmente para fora e, para cada valor de volume mostrado na seringa, foi anotado o valor da pressão correspondente.

O valor da temperatura, durante o experimento, se manteve em $297,3\text{ K}$. Vale ressaltar que, para que a temperatura não apresente uma variação significativa durante o experimento, ele deve ser feito lentamente. Uma expansão (ou compressão) brusca no êmbolo também ocasionaria uma alteração no valor da temperatura.

Em relação aos resultados numéricos obtidos temos que a expectativa teórica é que a curva da transformação isotérmica seja uma hipérbole, prevista pela relação mostrada na equação 4. Os dados obtidos no experimento são mostrados na Figura 8:

Figura 8: Gráfico dos valores de Pressão versus Volume para a transformação isotérmica.



Fonte: Elaboração própria.

Como se observa na Figura 8 temos os pontos experimentais, juntamente com a curva ajustada, com o auxílio do *Software Origin 8.5*. O ajuste da curva nos forneceu, para o modelo de uma função hipérbole, um bom coeficiente de correlação ($r^2 = 0,958$). Esse valor, embora ligeiramente inferior ao do primeiro experimento, também reflete uma grande correlação entre esses dados, modelada através da função esperada teoricamente (prevista na equação 4).

Após anotados os dados, os alunos conseguiram confirmar a relação inversamente proporcional de forma intuitiva. Mas para ilustrar de forma ainda mais clara, o professor abriu novamente a ferramenta do *plotter serial* (figura 7) do arduino e fez uma série de compressões (empurrando o êmbolo) e expansões (puxando o êmbolo) para mostrar o gráfico da isoterma em tempo real.

Os alunos mostraram grande interesse no princípio de funcionamento do experimento, inclusive fazendo perguntas técnicas sobre as características do equipamento utilizado, como vemos a seguir:

Aluno 4: “Professor, esse sensor pode ser usado com pilhas? Se que quiser usar numa sala de aula?”.

Foi então explicado ao aluno em questão que é perfeitamente possível esse tipo de utilização, mas que isso eliminaria apenas dois fios do esquema mostrado na figura 3, pois os fios de comunicação para leitura ainda deveriam estar conectados ao sensor.

Os alunos também fizeram gráficos com os dados compartilhados durante a aula, mostrando a relação entre os dados de pressão e volume. A correção desses gráficos, feita posteriormente, mostrou que os alunos compreenderam com clareza a relação entre as grandezas envolvidas em ambas transformações, bem como souberam utilizar os dados obtidos remotamente para análise e modelagem matemática.

Considerações finais

No que diz respeito aos objetivos almejados pela prática, tanto a análise dos resultados experimentais obtidos pelos protótipos, quanto a análise dos depoimentos e exercícios realizados pelos alunos, nos permitem concluir que a prática foi bem-sucedida. Tanto no sentido do aprendizado conceitual estrito, que pode ser facilmente avaliado pela qualidade dos gráficos e análises produzidas pelos alunos,

quanto no sentido fenomenológico, visto que o fenômeno em si pôde ser observado e compreendido de forma empírica.

Do ponto de vista técnico os protótipos apresentaram poucos desafios em sua construção, salvo pequenos detalhes que devem ser observados para que os protótipos funcionem corretamente. Um exemplo de dificuldade encontrada foi em vedar a ponta da seringa, o processo de inserção de borracha deve ser feito de forma cuidadosa, para que não tenham pontos em que o ar possa passar.

Outro ponto a ser observado, no momento da execução do experimento da transformação isométrica, é que tanto a garrafa, quanto o ar contido nela, possuem uma baixa capacidade térmica, dessa forma colocar apenas uma parte da garrafa dentro da água não fornece dados corretos, devido ao fato de que a parte da garrafa que está fora da água esfria rapidamente o ar, o que resulta em uma oscilação das medidas que impossibilita traçar o gráfico correto. Em nossos testes o que resolveu esse problema foi mergulhar a garrafa horizontalmente, toda dentro da água de uma vez.

Acreditamos, por fim, que a prática desenvolvida pode contribuir como um exemplo de utilização de tecnologia a favor do ensino de ciências, e que pode ser reproduzida e/ou adaptada para contextos de ensino de química e física, tanto para o nível superior quanto ensino médio.

Experimental activity in remote teaching, using arduino to teach gaseous transformations

Abstract

Given the various difficulties encountered in carrying out remote teaching activities, due to the new Sars Covid-19 pandemic, we can especially highlight the carrying out of experimental activities in science. This article describes the construction and application of two low cost experimental prototypes, based on the Arduino microcontroller, to carry out experiments on gas transformations. The prototypes use the "arduino mini 3.3V" board together with the BMP280 sensor, and were used to perform real-time acquisition of temperature and pressure values. The curves of isothermal and isometric transformations were obtained experimentally, so that students could follow the experiment in real time, by video, as well as have access to data acquisition, shown in real time. Students were able to process the data normally, even in a virtual environment. The experimental results enabled extremely good fits with excellent Pearson correlation values ($r^2=0.975$ for the isometric curve and $r^2=0.958$ for isothermal). The analysis of the students' performance, as well as their impressions throughout the activity, showed extremely satisfactory learning results.

Keywords: Arduino. Science teaching. Gas transformations.



Referências

- ADMIRAL, T. D. Experimento de difração luminosa utilizando coleta de dados totalmente automatizada por Arduino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. vol. 42, e20200139 (2020).
- ALMEIDA, M. M. Experimento de baixo custo para medição da dissipação da energia em um pêndulo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 43, e20200360 (2021).
- AGUIAR F. L.; MOREIRA JUNIOR, W. I. **Ajuste de Curvas por Quadrados Mínimos Lineares**. Belo Horizonte-MG: [s.n.], s. d. UFMG. 2021.
- BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciênc. Educ., Bauru**, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.
- BRUNETTO, R. S., OLIVEIRA, A. C., JÚNIOR, M. R. F. Equipamento experimental para determinação de dados pVt para sistemas gasosos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 3, p. 363-367, (2005).
- CARDOSO, J. M., ZANNIN, M. Proposta experimental para análise das variáveis de estado dos gases com Arduino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 41, nº 4, e20190028 (2019).
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências unindo a pesquisa e a prática**. Cengage Learning Editores, 2004.
- DA SILVA, A. C. S., COUTO, M. E. S., SANTANA, E. R. S., CORREIA, D. S. Estudo dos conceitos estatísticos na formação de professores em um contexto de pandemia da Covid-19. **REnCiMa**, São Paulo, v. 12, n. 4., p.1-24, 2021.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências, **Química nova na escola Experimentação e Ensino de Ciências** Nº 10, 1999.
- GONÇALVES, F. P., MARQUES, A. C. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências – V11(2)**, pp. 219-238, 2006.
- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 10. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, vol. 2, 2016.
- HONORATO, A. H. A., FIORENTINI, D. Aprendizagem docente em experiências de ensino com Modelagem Matemática. **REnCiMa**, São Paulo, v. 12, n. 2., p.1-25, 2021.
- KRASILCHIK, M. P. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2008.
- MALHEIROS, A. P. S., SOUZA, L. B., FORNER, R. Olhares de docentes sobre as possibilidades da Modelagem nas aulas de Matemática. **REnCiMa**, São Paulo, v. 12, n. 2., p.1-22, 2021.
- MARQUES, C. V. S. Uma proposta para o ensino dos gases perfeitos apoiado por experiências: o sensor de pressão. TCC, IFRJ, 2012. **REnCiMa**, São Paulo, v. 12, n. 2., p.1-22, 2012.
- SEARS, F. W.; ZEMANSKY, M. W.; YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Fundamentos de Física** 12. ed. São Paulo, SP: Pearson Addison Wesley, c2008-2009 vol 2.

Integrando tecnologias em sala de aula: um estudo com alunos de ensino fundamental em aulas de ciências com aquisição de dados em tempo real

Reinaldo S. Guimarães*, Vania E. Barlette**, Paulo H. Guadagnini***

Resumo

Este trabalho apresenta um estudo integrando um sistema de medição de distância, a plataforma Arduino e um sensor ultrassônico em aulas de ciências com alunos do 9º ano do ensino fundamental. São descritos os detalhes da construção do equipamento e do programa computacional para a plataforma Arduino. A utilização desse sistema integrado com aulas de ciências é apresentada e discutida para o ensino de cinemática introdutória a partir do planejamento e implementação de duas situações na perspectiva da teoria das situações didáticas de Brousseau. As análises da aprendizagem consideram os registros escritos nas tarefas de sala de aula e o desempenho dos alunos em um teste de múltipla escolha. Os resultados do teste da maioria dos alunos evidenciam melhoria no desempenho de conhecimentos de cinemática, os quais mostraram respaldo por registros escritos indicando que a maioria dos alunos estabeleceu correspondência entre os movimentos executados em sala de aula e as representações gráficas de cinemática. Os resultados sugerem que a integração de tecnologias digitais em aulas de ciências pode ser didaticamente relevante para facilitar a aprendizagem de ciências no ensino fundamental.

Palavras-chave: Sistema de medição de distância. Plataforma Arduino. Cinemática. Tecnologias no ensino de ciências.

* Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). E-mail: reinaldoguimaraes@gmail.com

** Doutora em Física pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). E-mail: vaniabarlette@unipampa.edu.br

*** Doutor em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). E-mail: pauloguadagnini@unipampa.edu.br

<https://10.5335/rbecm.v5i2.12731>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em: 06/07/2021; Aceito em: 20/07/2022

ISSN: 2595-7376



Introdução

As diferentes formas de expressar o conhecimento estão no núcleo de diversas áreas das ciências humanas, sociais e da natureza. Assim, a identificação e a interpretação de diferentes formas de representar o conhecimento são competências que se deseja desenvolver ao longo da educação básica, em acordo com as diretrizes educacionais brasileiras (BRASIL, 2018). Como não há um currículo nacional para o ensino fundamental e médio, os sistemas educacionais seguem as diretrizes curriculares nacionais propostas pelo Ministério da Educação, desde as primeiras séries do ensino fundamental até o ensino médio. Cada sistema educacional é responsável por complementar ou adaptar as diretrizes curriculares nacionais com uma parte diversificada do currículo, focando, por exemplo, aspectos culturais regionais e locais. Um aspecto positivo dessa política educacional tem sido uma grande variedade de currículos para que a educação básica atenda à diversidade histórica, social e cultural do país. Assim, as diretrizes educacionais orientam propostas curriculares e seu conteúdo mínimo, a fim de garantir uma educação básica comum. Essa característica desencoraja pedagogias tradicionais e fornece a flexibilidade necessária para os professores planejarem e conduzirem suas aulas, a fim de permitir que os alunos aprendam usando práticas de ensino inovadoras e potencialmente eficazes em ambientes reais de sala de aula.

Nessa perspectiva, e com a finalidade de contribuir com aulas de ciências inovadoras, apresentamos um estudo com alunos de ensino fundamental para auxiliar na identificação e interpretação de gráficos de cinemática e outros tipos de representações de conhecimento, integrando atividades práticas experimentais e modelos teóricos com apoio de aquisição automática de dados. Os gráficos de cinemática são exemplos de representação de conhecimento cujos fenômenos neles representados podem ser interpretados pelos alunos em aulas de ciências em situações preparadas pelo professor com apoio de tecnologias de aquisição de dados assistidas por computador. Representações de conhecimento, tais como desenho, gráfico, equações matemáticas, tabelas ou esquemas, fazem parte do letramento científico que se espera da área de ciências da natureza no ensino fundamental (BRASIL, 2018).

Diversos estudos anteriores apontam os benefícios da aplicação da aquisição automática de dados no ensino de ciências (CARDONA; LÓPEZ, 2017; HAAG;

ARAUJO; VEIT, 2005; SOKOLOFF; LAWS; THORNTON, 2007). Uma vantagem importante apontada é o melhor aproveitamento do tempo de sala de aula pelos alunos, que podem se concentrar na análise, interpretação dos fenômenos da natureza, ao invés de realizarem atividades repetitivas de coleta e anotação de dados. A relevância didática que destacamos da integração de tecnologias digitais em aulas de ciências, tais como aquisição automática de dados, é a possibilidade de estabelecer esse diálogo em favor da compreensão de fenômenos da natureza.

Um projeto de equipamento com aquisição automática de dados assistidos por computador, voltado ao professor de ciências da escola, geralmente apresenta características consideradas desejáveis, tais como projeto aberto, baixo custo e componentes disponíveis no mercado nacional. Dentre as características técnicas desses equipamentos, destacamos a atualização dos dados à medida que os eventos transcorrem e a apresentação em tempo real dos dados na forma gráfica na tela do computador ou sobre uma superfície plana (como a parede de uma sala).

Neste estudo, os dados cinemáticos são levantados com apoio de um sistema de medição de distância que integra um sensor ultrassônico, a plataforma Arduino e o *software* Microsoft Excel. Sistemas de medição de distância com projetos abertos e aplicações didáticas estão disponíveis na literatura. Reportamos, a seguir, dois sistemas de medição de distância com características que tanto se assemelham quanto se diferenciam do sistema de medição aqui proposto.

Rocha e Guadagnini (2010) desenvolveram um sistema de medida de distância para aplicações didáticas com aquisição automática de dados utilizando um módulo sensor sonar e um microcontrolador Basic Step-1, que foi uma plataforma anterior à plataforma Arduino e que permite somente a comunicação do sistema de medida com o computador através da interface serial RS232 (não disponível na grande maioria dos computadores atuais). No presente trabalho, apresentamos uma proposta diferenciada que utiliza uma solução não-proprietária para aquisição automática de dados com a plataforma Arduino e o *software* *Arduino Excel* para comunicação entre o sistema de *hardware* e o Microsoft Excel (VOLGOLIO, 2020). Em relação ao trabalho de Rocha e Guadagnini (2010), o sistema proposto no presente trabalho tem a vantagem de utilizar a plataforma Arduino com interface de comunicação USB, permitindo que o sistema de medida seja construído com mais facilidade e com custo mais baixo.



Dworakowski *et al.* (2016) apresentaram um sistema de medida de distância e aquisição automática de dados para o ensino de cinemática usando a plataforma Arduino, o módulo sensor HC-SR4 e o software proprietário PLX-DAQ da empresa Parallax para viabilizar a inserção automática de dados em uma planilha Excel. O software PLX-DAQ encontra-se atualmente descontinuado, e apresenta problemas de compatibilidade com versões mais recentes do sistema operacional Windows e Microsoft Excel, inviabilizando seu uso em projetos mais recentes. Diferentemente do sistema proposto por Dworakowski *et al.* (2016), o presente trabalho propõe o uso de um *software* de código aberto para interface entre o aplicativo Excel e a placa Arduino. O projeto de sistema de medição de distância proposto neste trabalho tem potencial para ser mais longo e permitir que seja replicado por alunos e professores com mais facilidade. Os detalhes para construção do sistema de medida são apresentados neste trabalho, e o código computacional comentado é disponibilizado no Apêndice 1.

Fundamentação teórica

Perspectivas para a aprendizagem do aluno

O ensino e a aprendizagem de cinemática integrando tecnologias digitais foram concebidos neste estudo a partir das ideias de situação “didática” e “a-didática” desenvolvidas por Guy Brousseau na sua teoria das situações didáticas (2002). Essa perspectiva traz possibilidades para o desenvolvimento de competências do aluno acerca de representações do conhecimento e o desenvolvimento da sua autonomia, e tem alinhamento com às normativas da Base Nacional Comum Curricular Comum para a formação do aluno no ensino fundamental (2018).

Brousseau (2002), teve influência do modelo piagetiano de desenvolvimento cognitivo a partir da interação de um sujeito com o meio que o cerca. Ele considerou a premissa piagetiana que o desenvolvimento cognitivo se dá por um processo adaptativo do sujeito na interação com um meio que apresenta antagonismos. Como o interesse de Brousseau centrava-se nos processos de sala de aula, considerou o meio didático como um meio antagônico, que oferece dificuldades à construção do saber (aprendizagem) e envolve tanto as circunstâncias que podem ter ou não algum controle do professor quanto as relações que com este meio o aluno estabelece (*milieu*).

As circunstâncias podem envolver objetos (instrumentos, atividades, tarefas, etc.) lugares (sala de aula, laboratório, biblioteca, museus, etc.) e pessoas (colegas, professor/a, corpo diretivo da escola, etc.) cabendo ao professor a sua estruturação num meio didático. As relações que se dão entre o aluno, ou um grupo de alunos, e as circunstâncias nesse meio para a construção de saberes de forma autônoma a partir de conhecimentos instituídos pela cultura, são denominadas por Brousseau de situações didáticas (2002). Conhecer essas relações constitui o núcleo central da teoria das situações didáticas.

Considerando o meio didático como tudo quanto envolva de circunstâncias e relações, o professor/a pode estruturá-lo considerando tanto a sua atuação direta nesse meio (por exemplo, em uma aula) quanto a sua atuação indireta e para o qual o aluno atua de forma efetiva e objetiva (por exemplo, em uma atividade ou tarefa). Assim, as situações num determinado meio didático para as quais o professor deliberadamente planeja para os alunos e para as quais o professor tem algum controle, são chamadas de “didáticas”. Por outro lado, uma situação “a-didática” é um tipo de situação didática em que os alunos não têm o controle direto do professor, mas que é intencionalmente planejada pelo professor para que possam mobilizar o conhecimento de maneira mais autônoma e construir o saber (aprendizagem).

Uma situação a-didática bem sucedida requer que as responsabilidades sobre a aprendizagem sejam partilhadas entre professor e alunos. Ao professor concerne a responsabilidade do planejamento das situações a-didáticas na fase didática do planejamento (objetivos, estratégias, recursos, atividades e tarefas, e avaliação), de modo a fornecer o *milieu* ou o meio para a assimilação dos novos significados no contexto social do ambiente educativo envolvendo o aluno, o professor e o saber em jogo (a aprendizagem desejada); aos alunos, é transferida a responsabilidade pela gestão da própria aprendizagem na ação com o meio didático.

O planejamento do meio didático e das situações possibilitadas nele revelam intencionalidades em acordo com certos objetivos. No presente estudo, se deseja a mobilização de ações mentais pelo aluno, tais como observar e fazer correspondência, a partir da interação dos alunos com o sistema de medição de distância na sala de aula, abrindo possibilidades aos alunos tanto de uma experiência intuitiva sobre espaço e tempo quanto uma racionalização sobre velocidade e aceleração dos corpos à medida que as representações gráficas vão sendo construídas. Em outras palavras, pode permitir ao aluno associar observações factuais

com representações físicas destes fatos à medida que as relações entre as variáveis físicas são apresentadas na forma gráfica.

Ainda que no nível de ensino fundamental a formação de conceitos possa não atingir uma elaboração racional, abstrata, proporcionar situações para apreensão de ideias físicas a partir de experiências intuitivas para a formação de conceitos científicos é justificada de um ponto de vista histórico-cultural uma vez que esta fase é parte do caminho de desenvolvimento de conceitos que atinge a fase abstrata em níveis de ensino mais avançados (VIGOTSKI, 2001).

Sistema de medição de distância com sensor sonar

Um sensor é um componente do sistema de medição cuja função é converter uma variável de medida física em uma variável de sinal, que possa ser transmitida para o próximo estágio de um sistema de medição por meios mecânicos ou elétricos. Um sensor de medida de distância com pulsos de ultrassom introduz energia no ambiente na forma de pulsos de ultrassom de frequência de algumas dezenas de kHz e detecta a reflexão dos pulsos, resultando em uma variável de sinal que é o tempo de voo dos pulsos na forma digitalizada. Tais dados podem ser transmitidos até um computador usando interfaces de comunicação digital, como portas seriais e USB (*Universal Serial Bus*). Uma vez na memória interna do computador, é possível executar qualquer operação usual em um computador digital, como armazenar os dados na memória não volátil, apresentar os dados graficamente e efetuar o processamento numérico dos dados. Além da instrumentação física, a aquisição e análise de dados em tempo real requerem um sistema de *software* que permita a apresentação gráfica e tabular dos dados em tempo real, bem como a possibilidade de salvar os dados selecionados em um dispositivo de armazenamento não volátil. Um sensor sonar (*SOund NAVigation and Ranging*) é um instrumento de medida que permite determinar distâncias entre o sensor e um obstáculo (objeto alvo). O sistema sonar de tipo ativo usa uma fonte de ultrassom que é dirigida ao objeto alvo e um detector de ultrassom que permite observar o sinal refletido (MORRIS, 2001). Ao atingir o alvo, o pulso de ultrassom pode ser total ou parcialmente refletido e retorna como uma reflexão (eco) que é detectado em um receptor do tipo transdutor localizado no sensor. Este método de medida de distância é conhecido como pulso eco.

Conceitualmente, o processo de medição é realizado com o objetivo de se obter o valor de um mensurando associado a uma variável física observável. A variável física observável não é necessariamente o próprio mensurando, e este pode ser determinado desde que se conheça a relação entre ele e a variável física observável. No caso de um instrumento de medição de distância que utiliza pulsos de ultrassom, o mensurando é a distância entre o instrumento e um objeto alvo, e a variável física observável é o tempo que um pulso de sinal de ultrassom leva para ir do instrumento ao objeto alvo (tempo de voo) (HASMAN Jr., 1999). Sabendo-se a velocidade de propagação do som no ar e a variável física observável (tempo de voo), pode-se calcular o mensurando (distância).

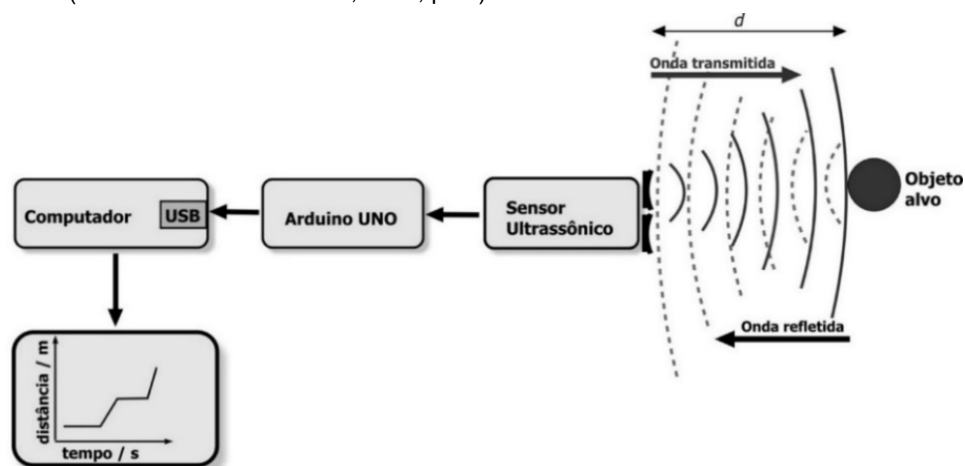
O sistema de medição

Montagem do sistema

O presente estudo utiliza um sistema eletrônico de medida de distância com sensor sonar e aquisição automática de dados para o estudo de cinemática de um corpo no modelo de partícula. A Figura 1 apresenta um esquema desse sistema. Ele integra um módulo sensor ultrassônico modelo HC-SR04 (ELECTFREAKS, 2021), uma placa Arduino UNO (ARDUINO, 2020) que faz o interfaceamento com o sensor sonar, e um computador com interface USB utilizada para receber dados digitalizados entre o sensor e o alvo em frente dele. Rocha e Guadagnini (2010) projetaram e construíram um sistema de medida de distância usando um módulo sensor ultrassônico HC-SR04 e obtiveram resultados das medições com um desvio máximo de 5% comparado ao sistema de medida de distância Go!Motion, um instrumento comercializado pela companhia Vernier (2020). Em vista desse resultado satisfatório obtido com o módulo HC-SR04, usamos para este projeto este mesmo módulo sensor.

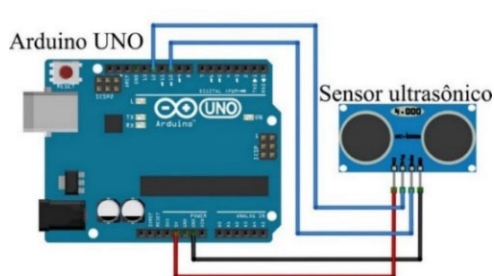


Figura 1: Esquema do sistema de aquisição de dados com o sensor ultrassônico e a placa Arduino (Extraído de GUIMARÃES, 2015, p.68).

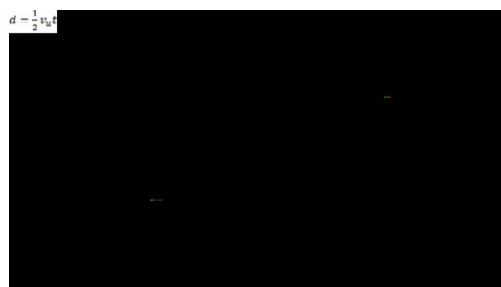


A Figura 2(a) mostra a montagem do *hardware* para o sistema de medição de distância, indicando as conexões elétricas entre o módulo sensor HC-SR04 com a placa Arduino UNO. O módulo sensor HC-SR04 é ligado usando os pinos 5V (alimentação) e GND (referência) da placa Arduino. O pino 12 da placa Arduino é configurado como uma saída digital e deve ser conectada à entrada *trigger* do módulo sensor. O pino 10 da placa Arduino é configurada como uma entrada digital e deve ser conectada à saída *echo* do módulo sensor. A montagem física do sensor sonar HC-SR04 com a placa Arduino UNO é mostrada na Figura 2(b).

Figura 2: (a) Esquema de ligações elétricas integrando o módulo sensor HC-SR04 e a placa Arduino UNO; (b) Montagem física do módulo sensor HC-SR04 e a placa Arduino UNO (Extraído de GUIMARÃES, 2015, p.69 e p.88).



(a)



(b)

Variáveis físicas de movimento

A distância, d , entre a fonte de ultrassom (interna ao sensor) e o alvo (qualquer ponto na sala de aula, ou mesmo um aluno, que pode mover-se dentro de uma distância de até cerca de 4 m) pode ser medida em intervalos de tempo regulares direcionando o sensor ultrassônico para o alvo. Ultrassom são ondas acústicas longitudinais com frequências superiores a 20 kHz que se propagam em um meio material, associadas a vibrações mecânicas deste meio.

O sistema mede os intervalos de tempo, t , entre a emissão do pulso pela fonte até a sua detecção como onda acústica refletida (variável física observável) pelo receptor transdutor (localizado no sensor). Conhecendo a velocidade de propagação do ultrassom no meio, v_u , é possível calcular a distância, d , do sensor ao alvo que está causando o eco como a metade do caminho percorrido pela onda desde a emissão até sua detecção pelo sensor como onda refletida (PEDERSEN; KARLSSON, 1999),

$$d = \frac{1}{2} v_u t. \quad (1)$$

Estimativas para velocidades (v) e aceleração (a) do movimento podem ser obtidas a partir do temporizador interno ao computador, de modo que o módulo sensor sonar pode ser usado para medições de velocidade e aceleração do alvo, dadas respectivamente por,

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{e} \quad a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

O meio de propagação do sinal de ultrassom é o ar e a velocidade v_u adotada é a velocidade do som no ar a 25°C que foi fixada em 346 m/s. A velocidade do som no ar varia com a temperatura ambiente e afeta a exatidão das medidas. Neste projeto, optou-se por manter a velocidade do som no ar fixa para a temperatura de 25°C, o que resulta em um erro relativo percentual máximo nas medidas de distância de 3% para a faixa de temperatura de 10°C até 40°C. Consideramos que este erro é pouco significativo para o tipo de aplicação didática que o instrumento se destina.



Representações do movimento e aquisição de dados em tempo real

Após a amostragem dos dados de distância em função do tempo entre o sensor e o alvo, os dados podem ser processados e analisados a partir do levantamento dos gráficos das variáveis físicas em função do tempo. Para isso, foi operacionalizada a comunicação entre o sensor ultrassônico e o computador através de uma placa Arduino, como ilustra o esquema da Figura 1. A placa Arduino foi programada com um *software* embarcado desenvolvido pelos autores para enviar os dados de distância em função do tempo até o computador. O código-fonte deste *software* está apresentado no Apêndice 1, incluindo comentários que descrevem os detalhes de sua operação.

Um problema encontrado em projetos anteriores de medição de distância com sensor sonar refere-se às medidas espúrias que resultam de reflexões indesejadas dos pulsos de ultrassom. Ao se apontar o sensor de distância para um alvo fixo ou móvel, a maior parte dos pulsos de ultrassom são refletidos pelo alvo e sua detecção é usada no cálculo indireto da distância do sensor ao alvo, segundo a equação 1. Entretanto, como usualmente as superfícies não são perfeitamente planas e refletoras, parte dos pulsos acabam refletindo em outras superfícies como móveis, paredes e objetos, resultando normalmente em medidas erroneamente grandes de distância. No código computacional desenvolvido (Apêndice 1) foi implementada uma solução para minimizar esse problema através de um sistema de detecção e rejeição de respostas espúrias do sensor sonar devido a reflexões indesejáveis. Nessa implementação, o algoritmo descarta as leituras com valores acima do alcance máximo de 3,00 m, e envia ao computador para registro em tempo real somente os dados filtrados.

Além do código-fonte embarcado no Arduino, foi utilizado no computador o *plug-in* ARDUINO EXCEL que opera em conjunto com o *software* Excel (MICROSOFT, 2020). Também foi utilizada a biblioteca ARDUINO EXCEL no ambiente de desenvolvimento da placa Arduino. Instruções específicas sobre o uso do ARDUINO EXCEL podem ser obtidas no *website* de Volgolio (2020). O *plug-in* ARDUINO EXCEL permite a leitura em tempo real via porta USB dos dados enviados pela placa Arduino embarcada e também permite a inserção de dados numéricos em planilhas do Excel, possibilitando o levantamento em tempo real de gráficos das grandezas físicas distância, velocidade e aceleração *versus* tempo. O processamento numérico da velocidade e da aceleração do alvo em movimento (por exemplo, um

aluno caminhando na sala de aula) foi efetuado de acordo com as equações 2, e as representações gráficas foram obtidas com o uso do *software* Excel no computador.

Metodologia

Participantes e local da experiência

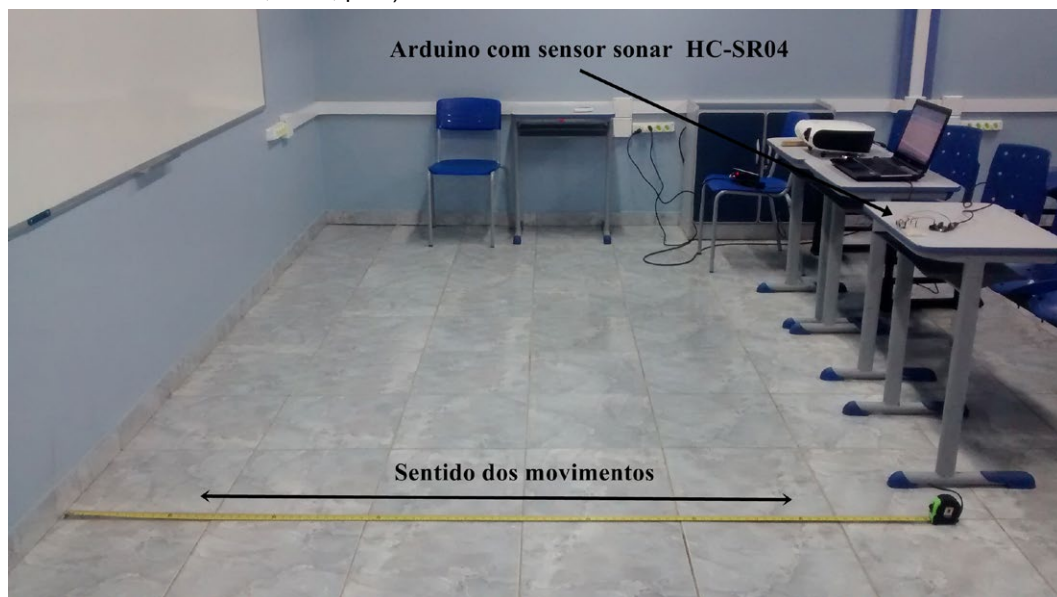
Em geral, os gráficos da cinemática são as primeiras representações de fenômenos físicos estudados no ensino fundamental. Assim, consideramos fazer uma experiência de uso do sistema de medida de distância neste nível de ensino. O sistema foi utilizado com a participação voluntária de 23 alunos, entre 14 a 16 anos, do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública da rede estadual de ensino, na cidade de Bagé, RS, no ano letivo de 2015 que obtiveram consentimento por escrito dos pais ou responsáveis. Os participantes integraram uma turma que foi escolhida por sorteio dentre três turmas de 9º ano da escola naquele ano. A condição para a inclusão do aluno no estudo foi participar das aulas de ciências e responder a um teste antes e depois das aulas de cinemática. Com isso, foram utilizados neste estudo os dados de 19 dos 23 alunos da turma que atenderam a esses critérios.

Configuração da sala de aula

Para usar o sistema de medição, a sala de aula foi configurada para contemplar o trabalho em grupo. Para os alunos desenvolverem os movimentos solicitados nas atividades, ficou delimitado um espaço situado entre o sistema de medição e a projeção dos dados no quadro branco, como ilustra o esquema da Figura 3. Para a execução dos movimentos em linha reta, usando o sensor sonar como referência, utilizou-se uma fita métrica no chão da sala de aula, também indicada na Figura 3. O sistema de medida de distância com o sonar (indicado sobre as mesas na Figura 3, com o computador e o projetor multimídia) ficou posicionado paralelamente ao quadro branco a uma distância aproximada de 3m deste. As mesas de trabalho dos grupos ficaram próximas a esse cenário.



Figura 3: Configuração da sala de aula para uso do sistema de medição de distância (Extraído de GUIMARÃES, 2015, p.88).



Recomendações de uso do sistema

O uso de um equipamento com sensor sonar na sala de aula exige alguns cuidados. Como o alvo é aquele que deve refletir o sinal de ultrassom, qualquer outra superfície ou objeto que reflita um sinal espúrio pode gerar um erro de medição. Portanto, é importante configurar o experimento para minimizar reflexos espúrios, o que pode ser feito mantendo o feixe do ultrassom livre de obstáculos até o alvo (ROCHA; GUADAGNINI, 2010). Se o alvo é uma pessoa, neste caso um aluno na sala de aula, a superfície refletora é a própria pessoa e esta superfície geralmente é um refletor ruim, o que pode resultar em dificuldades para as medições de distância com o sistema. Se as medidas não forem consistentes com os valores esperados quando coletadas em sala de aula, o aluno poderá segurar diante de si qualquer objeto que tenha uma superfície lisa enquanto estiver executando o movimento, proporcionando um melhor reflexo das ondas do sonar. O *software* a ser embarcado na plataforma Arduino proposto neste trabalho implementa um filtro lógico para minimizar erros de medições devido a reflexões indesejadas.

Planejamento e implementação da atividade para a situação 1

A atividade para a situação 1 teve como objetivo de ensino desenvolver com os alunos noções conceituais introdutórias de física como referencial inercial, espaço, tempo, trajetória, repouso, posição, deslocamento, distância e velocidade. Essa atividade foi planejada para ser executada com os alunos em 4 tarefas, considerando 5 sessões (de 2 horas-aula cada), totalizando 10 horas-aula. O Quadro 1 apresenta uma descrição das tarefas desta atividade. Antes de iniciar o estudo, foi realizada uma sessão de 2 horas-aula para introduzir os alunos no uso do papel milimetrado para construção de gráficos em escala linear.

Quadro 1: Descrição das tarefas da atividade para a situação 1 (Adaptado de GUIMARÃES, 2015, p.89).

Tarefa	Conceitos	Sessão	Descrição das tarefas
1	referencial; distância entre dois pontos; intervalo de tempo	1	Tarefa 1: dá início às práticas com uso do sistema de medição de distância. Os alunos dividem-se em grupos e recebem a tarefa 1 com instruções de como usar o sistema. Faz-se uma demonstração do uso do sensor sonar e os cuidados a serem tomados no seu uso. A título de demonstração, solicita-se a participação de um aluno voluntário, sob a orientação do professor, para levantar o gráfico de um movimento compassado entre dois pontos, nos sentidos de aproximação e de afastamento tendo como referência a posição do sonar. A seguir, cada grupo define os membros para executar os movimentos e se responsabilizar por registrar os dados e gráficos gerados. Na sequência, os grupos executam e levantam gráficos de movimentos semelhantes, orientados pelo professor. Os grupos apresentam por escrito suas compreensões sobre referencial, distância entre dois pontos e intervalo de tempo, e também indicam a posição nos gráficos que foi tomada como origem dos movimentos.
2	velocidade	2	Início da Tarefa 2: os grupos idealizam movimentos em linha reta de aproximação e afastamento em relação ao sensor de modo compassado (rapidez constante). Esses resultados são exibidos, em tempo real, no monitor do computador e visualizados pelo grupo que executa a ação, bem como projetados sobre o quadro branco na forma de tabelas e gráficos através do projetor multimídia. Os demais grupos na sala também visualizam os resultados da ação daquele grupo e fazem anotações no guia do aluno. Em momentos subsequentes nesta mesma aula, os demais grupos também executam movimentos semelhantes. De todos os movimentos, somente aqueles em linha reta que podem ser modelados por velocidades constantes (movimento linear uniforme) são selecionados como parte do interesse da atividade.
		3	Conclusão da Tarefa 2: Propõe-se uma conversa com os estudantes a partir dos gráficos obtidos. Solicita-se aos alunos que apresentem características qualitativas dos gráficos para afastamento e aproximação em relação ao sensor. A seguir, com os dados destes mesmos gráficos, solicita-se aos alunos que formalizem o conceito de velocidade escalar média.
3	repouso	4	Tarefa 3: Um aluno de cada grupo permanece em repouso, sob a alcance do sensor, e o grupo registra o gráfico gerado. A seguir, o aluno assume nova posição, permanecendo em repouso sob o alcance do sonar, e o grupo registra o gráfico gerado. Cada grupo, então, relata as diferenças e/ou semelhanças entre os gráficos gerados, comparando-os aos gráficos gerados na tarefa 2. Ao final, propõe-se aos alunos que idealizem um caso de movimento e repouso, esboçando o gráfico, e façam o levantamento da respectiva curva usando o sistema de medição como validação da tarefa.
4	deslocamento; trajetória; referencial; espaço percorrido; intervalo de tempo	5	Tarefa 4: Os alunos resolvem questões de lápis e papel relacionadas a conceitos físicos de cinemática, gráficos posição X tempo e de velocidade X tempo, e cálculo da velocidade escalar média. O computador e o sensor sonar podem ficar disponíveis aos alunos para a execução dos movimentos.



Planejamento e implementação da atividade para a situação 2

A atividade para a situação 2 foi planejada com 4 tarefas para ser desenvolvida em 3 sessões de 2 horas-aula, totalizando 6 horas-aula. O objetivo de ensino foi conduzir o aluno a estabelecer relações entre velocidade e tempo, para velocidades variando de forma constante a intervalos de tempos iguais, introduzindo a noção conceitual de aceleração. Uma situação típica para este estudo é um corpo rolando sobre um plano inclinado, sem deslizar, em que a atenção é focada para o movimento do centro-de-massa do corpo que translada ao longo do plano. Os alunos formaram grupos para o desenvolvimento das tarefas. O Quadro 2 apresenta uma descrição das tarefas desta atividade.

Quadro 2: Descrição das tarefas da atividade para a situação 2 (Adaptado de GUIMARÃES, 2015, p.91).

Tarefa	Conceitos	Sessão	Descrição das tarefas
1	distância entre dois pontos; intervalo de tempo; velocidade	1	Tarefa 1: Com um trilho inclinado e uma bolinha de borracha com dimensões semelhantes a uma bola de tênis, coloca-se o conjunto computador e sonar na parte superior do trilho em uma posição na qual o movimento de descida possa ser capturado e o correspondente gráfico projetado através do projetor multimídia. Solicita-se que dois estudantes voluntários realizem, em dois momentos distintos, o movimento de descida da bolinha na rampa, soltando, sem empurrar, a bolinha na parte mais alta da rampa. Simultaneamente, a planilha eletrônica exibe as tabelas com os valores de tempo, posição e velocidade. Realizada esta ação, os estudantes, individualmente, esboçam no guia de atividade os gráficos posição X tempo e velocidade X tempo, baseando-se nos dados obtidos e, em seguida, formalizam as características encontradas nos gráficos. Ao final, são gerados os gráficos de posição X tempo e velocidade X tempo, utilizando o Excel com os mesmos dados colhidos pelos estudantes. A atividade é institucionalizada por meio de um diálogo com a participação de todos os participantes, professor e alunos, sobre a construção dos gráficos.
2	aceleração	2	Tarefa 2: momento da construção e formalização do conceito de aceleração escalar média. A partir dos dados de posição, intervalo de tempo, velocidade e aceleração projetados no quadro branco da tarefa 1, os estudantes calculam o valor da aceleração escalar média indicando se houve alguma variação significativa nesta grandeza. Na sequência, e utilizando somente os gráficos de velocidade X tempo, os estudantes calculam, para intervalos de tempo iguais, a aceleração escalar média, formulando a noção deste conceito e relacionando-o com a variação da velocidade escalar média.
3 e 4	distância entre dois pontos; intervalo de tempo; velocidade; aceleração	3	Tarefas 3 e 4: são sistematizados os conceitos construídos nas tarefas 1 e 2 a partir da criação de novos movimentos que são validados através de 5 questões propostas. Estas tarefas são executadas em conjunto pelos alunos e as respostas discutidas entre todos os grupos, buscando a institucionalização do conhecimento.

Avaliação do conhecimento

Os 19 participantes responderam a um teste de múltipla escolha, em sala de aula, em dois momentos distintos. Inicialmente o teste foi elaborado com 39 itens e respondido pelos participantes antes de iniciar as aulas com as situações de cinemática (pré-teste). Depois de finalizar essas aulas, após 8 semanas, o teste foi reaplicado e um novo conjunto de escores foi obtido (pós-teste). Com esses dados, fez-se um estudo de homogeneidade dos itens do teste por meio da análise que considerou o grau de dificuldade e de discriminação de cada item. O processo de análise eliminou 12 itens dos 39 inicialmente propostos, resultando em um teste com 27 itens, sendo que 20 deles foram elaborados neste estudo e 7 foram selecionados do Teste de Compreensão de Gráficos em Cinemática (TUG-K) proposto por Beichner (1994). Do teste TUG-K, foram selecionados os itens de números 3, 5, 8, 9, 12, 19, 20 e 21. O teste completo com os 27 itens estão disponibilizados no Apêndice 2.

Para o processo de análise de itens, usou-se o pacote *Real Statistics Resource Pack* (ZAIONTZ, 2020). O processo da análise dos itens do teste resultou nos critérios apresentados na Tabela 1. O índice de dificuldade de um item, ρ , é uma medida do grau de dificuldade do item, e pode ser calculado pela proporção de respostas certas para o item (razão entre o número de respondentes que acertou o item pelo número total de respondentes). Calculando o índice de dificuldade do item dessa maneira, para o caso em que a maioria dos respondentes acerta o item, então ρ seria encontrado próximo de 1,00, indicando que o item apresenta um grau de dificuldade muito baixo ou que o item foi considerado muito fácil.

Tabela 1: Critérios para análise dos itens do teste e frequência de itens (Extraído de GUIMARÃES, 2015, p.96).

Grau de dificuldade	Índice de dificuldade do item	Frequência dos itens (total de 27 itens)	Frequência relativa percentual dos itens (%)
muito difícil	$\rho < 0,20$	0	0
difícil	$0,20 < \rho \leq 0,40$	2	7
moderado	$0,40 < \rho \leq 0,60$	15	56
fácil	$0,60 < \rho \leq 0,80$	10	37
muito fácil	$\rho > 0,80$	0	0

Por outro lado, para o caso em que a maioria dos respondentes erra o item, ρ seria encontrado próximo de 0,00, indicando que o item apresenta um grau de dificuldade

muito alta ou que o item foi considerado muito difícil. No entanto, uma vez que um item muito difícil, assim como um item muito fácil, não discrimina os participantes que adquiriram os conhecimentos ou habilidades que o item se refere daqueles que não o fizeram, então índices de dificuldade próximos de 0,00 e próximos de 1,00 foram retirados do teste. Isso, na Tabela 1, aparece com sinalização de ausência de frequência para itens muito difíceis ($p < 0,20$) e muito fáceis ($p > 0,80$). Ainda, para o caso em que aproximadamente metade dos participantes acerta o item e aproximadamente a outra metade erra, o grau de dificuldade do item é considerado moderado e p é encontrado próximo de 0,50. Com essas escolhas, 15 itens ou cerca de 56% que permaneceram no teste foram considerados de dificuldade moderada pelos participantes ($0,40 < p \leq 0,60$), 10 itens ou cerca de 37% deles foram considerados fáceis ($0,60 < p \leq 0,80$) e 2 itens ou cerca de 7% deles foram considerados difíceis ($0,20 < p \leq 0,40$).

Na sequência, a análise dos itens permitiu fazer uma avaliação da confiabilidade do teste. A confiabilidade de um teste se refere a estabilidade ou reprodutibilidade de suas medidas quando aplicado sob mesmas circunstâncias, podendo ser estimado por meio de correlação estatística. Neste estudo, optou-se como estimativa da confiabilidade do teste o coeficiente de confiabilidade Kuder-Richardson Fórmula 20 (KR-20), proposto por Kuder e Richardson, uma vez que a fórmula KR-20 se aplica a dados discretos, a amostras pequenas e a itens cujas possíveis respostas são dicotômicas (PEERS, 1996, p. 26). Variáveis dicotômicas são aquelas que admitem apenas duas respostas, por exemplo, “correto” ou “incorreto”, “1” ou “0”, e é uma medida equivalente ao Alfa de Cronbach mas modificado para escore dicotômico (PEERS, 1996, p. 29). A fim de compor a escore total de cada participante, o índice “1” foi atribuído à alternativa aceita como resposta válida ao item do teste, e o índice “0” para àquela não válida. Assim, para o número total de 27 itens, a escala de medição do teste apresenta um escore máximo de 27.

Valores de coeficientes de correlação estatística variam entre 0,00 e 1,00, de modo que valores de correlação próximos de 1,00 indicam alta correlação entre os dados e alta confiabilidade do instrumento de medida (SALVUCCI et al., 1997, p. 115). Valores típicos de coeficientes de confiabilidade menores do que 0,50 indicam baixa confiabilidade, entre 0,50 e 0,80 indicam confiabilidade moderada e maiores do que 0,80 indicam alta confiabilidade (ibid.).

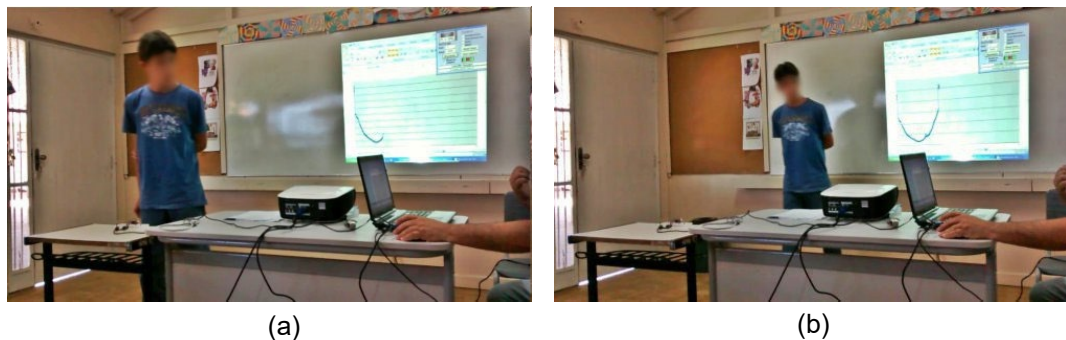
Os valores de KR-20 calculados neste estudo para os escores do teste antes e depois da implementação das aulas de cinemática foram, respectivamente, 0,56 e 0,92. O baixo resultado encontrado para KR-20 antes da implementação das aulas pode ser atribuído, possivelmente, à falta de conhecimento dos participantes sobre os tópicos abordados no teste. A reaplicação do teste após as aulas terem sido implementadas permitiu ao grupo manifestar os conhecimentos e habilidades que foram desenvolvidas com as aulas. O valor de KR-20 de 0,92 na condição de reaplicação do teste, posterior às aulas, indica alta confiabilidade do teste para fins educacionais (SALVUCCI et al., 1997). O teste de conhecimento completo na sua forma final validada encontra-se disponível no Apêndice 2.

Resultados e discussão

Análise das atividades de sala de aula

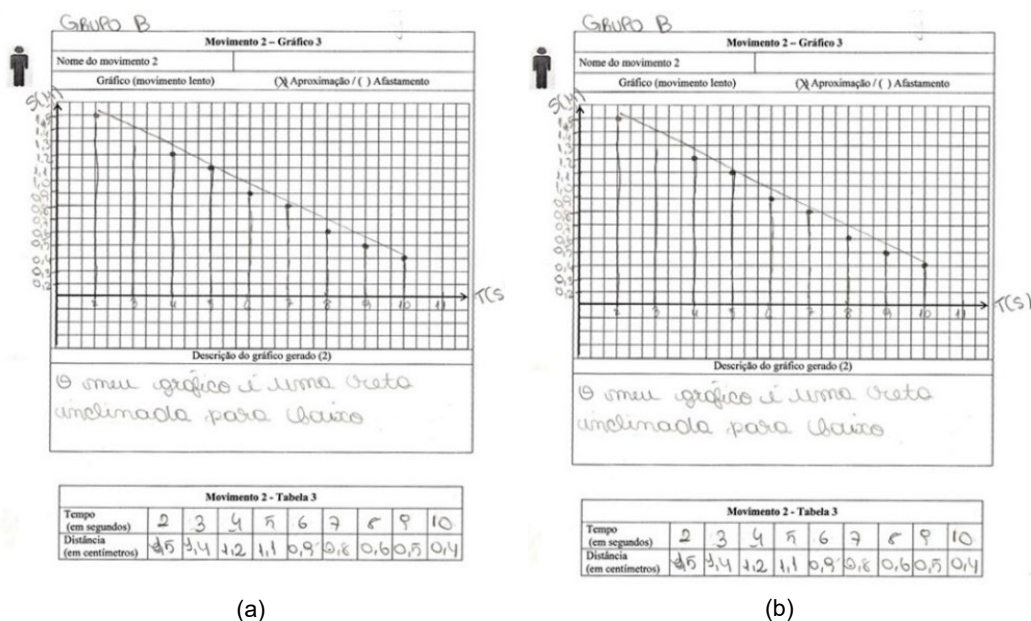
Na tarefa 1 da atividade da situação 1, um típico movimento realizado na sala de aula está mostrado na Figura 4, em que: (a) aproximação ao sensor, e (b) afastamento do sensor, considerando o sensor sonar como origem. Nessa figura, pode ser visualizada a projeção do gráfico produzido em tempo real no quadro branco correspondente aos movimentos (a) e (b). Os comportamentos esperados das curvas de posição *versus* tempo para os movimentos solicitados nas tarefas 1, 2 e 3 desta atividade são lineares; para movimentos de aproximação em relação ao sensor a inclinação é esperada ser negativa, e positiva para movimentos de afastamento.

Figura 4: Típico movimento (a) de aproximação ao sensor; (b) de afastamento do sensor sonar com as curvas de distância *versus* tempo, projetadas no quadro branco, na tarefa 1 da atividade da situação 1.



Quanto a tarefa 2 da situação 1, uma resposta típica da sala de aula está mostrada nas Figuras 5(a) e 5(b), juntamente com descrições qualitativas dos gráficos obtidos. Nessa tarefa, o participante de um dos grupos elaborou corretamente o gráfico posição *versus* tempo para um movimento de afastamento em relação ao sensor como “uma reta inclinada para cima”, como mostra a Figura 5(a). O mesmo participante descreve corretamente o gráfico posição *versus* tempo para um movimento de aproximação em relação ao sensor como “uma reta inclinada para baixo”, como mostra a Figura 5(b).

Figura 5: Gráficos elaborados por um participante de posição *versus* tempo para um movimento (a) de afastamento e (b) de aproximação ao sensor sonar, na tarefa 2 da atividade da situação 1 (Extraído de GUIMARÃES, 2015, p.111 e p.112).



Respostas típicas obtidas para a tarefa 3 dessa atividade estão mostradas nas Figuras 6(a) e 6(b), contendo as interpretações dos gráficos. Nessa tarefa, o mesmo participante descreve qualitativamente as curvas obtidas na tarefa 2. Para o movimento de afastamento do sensor, o participante interpreta corretamente que “o gráfico é uma reta inclinada para cima” e, para a aproximação ao sensor, que “o gráfico é uma reta inclinada para baixo” (Figura 6(a)). A formalização que encaminha para a construção da noção de velocidade escalar média é mostrada

na Figura 6(b). Na tarefa 4 da situação 1 foram propostas 19 questões de lápis e papel.

Figura 6: (a) Interpretação de um participante para os gráficos de afastamento e de aproximação ao sensor da tarefa 2; (b) formalização da velocidade escalar média na tarefa 3 da atividade da situação 1 (Extraído de GUIMARÃES, 2015, p.113 e p.117).

4. Justifique a resposta da questão anterior.

(a)

4. Justifique a resposta da questão anterior.

Construção e formalização do conceito de velocidade média escalar

2. Para cálculo da velocidade escalar média, utilize os intervalos de tempo e as distâncias indicadas pelo professor, obtidas do movimento realizado por um aluno ao alcance do sensor sonar.

Dados do movimento realizado por um aluno						
	Inicial	Final	Δ	Inicial	Final	Δ
Distância (em metros)	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2
Tempo (em segundos)	2	4	2	0,2	0,2	0
Velocidade escalar média (em m/s)	$\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{0,2}{2} = 0,1$			$\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{0,2}{2} = 0,1$		

3. A definição apresentada pelo professor de velocidade escalar média está de acordo com dados obtidos no item 2?

☒ a. Sim.

☐ b. Não.

(b)

Respostas típicas para algumas das questões dessa tarefa estão apresentadas nas Figuras 7 e 8. As questões de 6 a 11 da tarefa 4, apresentadas na Figura 7, pretende introduzir noções conceituais para o estudo da cinemática. Essas questões foram construídas com apoio de imagens cujos cenários se modificam à medida que as cenas se sucedem. A intenção foi simular a noção de duração temporal e com isso permitir a noção conceitual de intervalo de tempo, referencial, deslocamento, mudança de posição e distância percorrida. Para a construções das imagens que aparecem nessas figuras, foi usado o *software* Scratch (SCRATCH, 2020).

Figura 7: Respostas de um participante às questões de números 6 a 11 da tarefa 4 da atividade da situação 1 (Extraído de GUIMARÃES, 2015, p.119 e p.120).

Texto Introdutório para as Questões 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11:
Observe a sequência de imagens a seguir:



Imagem 01
Tempo: zero segundo



Imagem 02
Tempo: 2 segundos



Imagem 03
Tempo: 4 segundos

Fonte: Construção do autor

Adotando o cacto como **referencial** é fácil notar que as imagens representam o movimento de um menino caminhando no deserto. Porém para entendermos melhor este movimento precisamos de mais algumas informações como, por exemplo, o tempo do deslocamento e a posição ocupada durante a caminhada. Com relação ao tempo foi inserida uma contagem, em segundos, da duração do deslocamento. Mas como devemos proceder se quisermos saber qual é a posição do menino, em relação ao referencial (cacto), durante a sua caminhada? Para isso temos que medir o **espaço** percorrido em relação ao referencial adotado. Veja como ficariam as duas primeiras imagens, com uma escala em metros, contendo as medidas do espaço percorrido pelo menino durante o deslocamento.

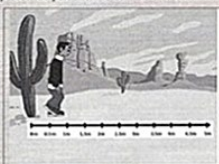


Imagem 01
Tempo: 0 segundo

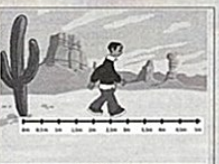


Imagem 02
Tempo: 2 segundos

Fonte: Construção do autor

5. Observando a Imagem 01, podemos dizer que no momento em que o menino iniciou a caminhada ele estava a 0,5m metros do cacto que adotamos como referencial.

6. Olhando a Imagem 02, e utilizando a escala em metros, a posição do menino naquele instante foi de 2,5 metros.

7. Entre a Imagem 01 e a Imagem 02 decorreu um intervalo de tempo de 2 segundos.

Acrescentamos agora a Imagem 03 à sequência de imagens.

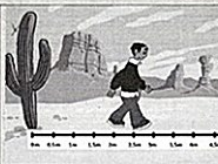


Imagem 02
Tempo: 2 segundos

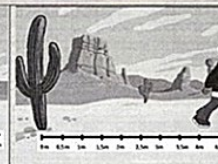


Imagem 03
Tempo: 4 segundos

Fonte: Construção do autor

8. Na Imagem 03 a posição do menino em relação ao cacto foi de 4,5 metros.

9. Comparando a Imagem 01 com a Imagem 03 podemos dizer que o espaço percorrido entre a posição inicial (Imagem 01) e a posição final (Imagem 03) foi de 4 metros.

10. Desde o início do movimento (Imagem 01), quanto tempo, em segundos, decorreu até o menino chegar à posição da Imagem 03? 4 segundos.

11. Qual é o intervalo de tempo, em segundos, decorrido na mudança de posição entre as Imagens 02 e 03? 2 segundos.

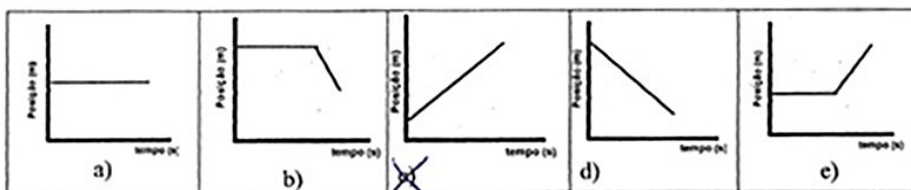
A questão 15 da tarefa 4 (Figura 8) permite que o aluno possa representar em outra linguagem os eventos factuais por meio de informações gráficas, no caso informações físicas, modelando o movimento como sendo retilíneo e uniforme. Outras questões deste tipo foram propostas aos alunos. Reforçamos que o centro de nosso interesse nesta proposta de estudo da cinemática envolveu questões como as apresentadas aqui, que propõem ao aluno estabelecer interlocuções entre os eventos factuais e representações destes eventos na forma gráfica.

Figura 8: Resposta de um participante à questão 15 proposta na tarefa 4 da atividade da situação 1 (Extraído de GUIMARÃES, 2015, p.121).

15. Você está parado em um corredor e observa um menino, que está perto e na sua frente, se afastar ocupando sucessivas posições, conforme a sequência de imagens ilustradas abaixo. Considerando que você não se movimentou durante o tempo da observação, e que o menino se afastou de você com velocidade constante e em linha reta, qual opção de gráfico representa corretamente este movimento.



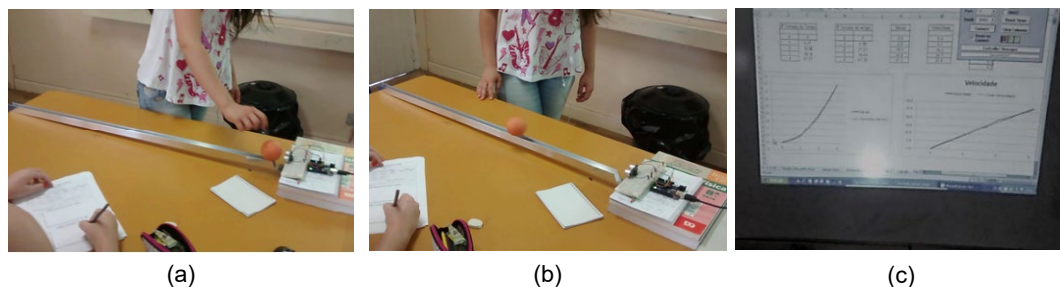
Fonte: Construção do autor



Fonte: Construção do autor

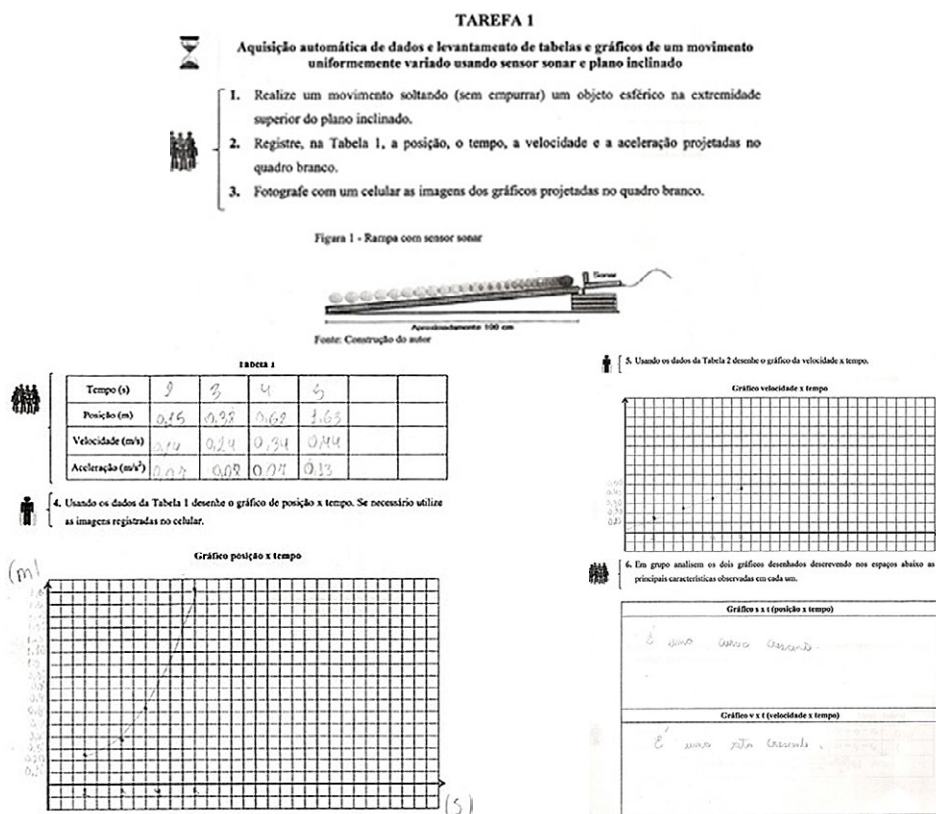
A atividade da situação 2 iniciou com a tarefa 1 para a qual foi utilizada uma bola de borracha liberada no topo de uma calha de alumínio, posicionada em um pequeno ângulo de elevação em relação a uma superfície horizontal (até cerca de 15°). O sonar foi posicionado na extremidade superior do trilho, como ilustra a Figura 9 (a), de modo que a bola em movimento estivesse dentro do alcance do sonar. Enquanto a bola rolava sobre o trilho, como mostra a Figura 9(b), os dados de posição e tempo eram capturados pelo sistema de aquisição automática, e os gráficos de posição *versus* tempo e velocidade *versus* tempo eram construídos no computador usando a planilha do Excel e projetados no quadro branco em tempo real, ilustrados na Figura 9(c).

Figura 9: Momentos da atividade da situação 2: (a) inicial e (b) intermediário da bola rolando sobre o trilho, e (c) projeção da tela do computador sobre o quadro branco dos gráficos posição *versus* tempo e velocidade *versus* tempo.



Respostas típicas para a tarefa 1 da atividade da situação 2 estão mostradas na Figura 10. Essa figura mostra os dados de registro de um participante e o gráfico posição *versus* tempo para o movimento da bolinha plano abaixo e a interpretação válida deste gráfico como “uma curva crescente”.

Figura 10: Respostas de um dos participantes para a tarefa 1 da atividade da situação 2 (Extraído de GUIMARÃES, 2015, p.123 e p. 124).



A Figura 10 ainda mostra o gráfico velocidade *versus* tempo para o movimento da bolinha e a correspondente interpretação, também válida, feita como “uma reta crescente”. Nessa tarefa, a tabela foi construída coletivamente pelos grupos a partir da aquisição dos dados, os gráficos foram construídos individualmente e sem a participação do professor (questões 4 e 5), e a interpretação dos gráficos foi feita coletivamente no formato de institucionalização.

A Figura 11 ilustra respostas típicas da sala de aula para as questões 7 a 12 da tarefa 2 da situação 2. Nessa figura estão apresentados os procedimentos de cálculo para a aceleração a partir de dados de velocidade e posição, obtidos na tarefa 1, para cada intervalo de tempo. Para o comportamento dos valores obtidos para a aceleração a cada intervalo de tempo, o registro do aluno participante indica que “a aceleração é sempre igual”, acompanhado do gráfico aceleração *versus* tempo com este comportamento. No caso dos valores de velocidade para a bolinha descendo o trilho, esta “varia igualmente” a cada intervalo de tempo.

Figura 11: Respostas de outro participante para a tarefa 2 da atividade da situação 2 (Extraído de GUIMARÃES, 2015, p.126 e p.127).

TAREFA 2
Construção e formalização do conceito de aceleração escalar média

7. Siga as instruções abaixo para montagem da Tabela 2.

a. Copie as medidas de tempo, distância e velocidade da Tabela 1.

b. Calcule a aceleração dividindo Coluna C pela Δt .

Tabela 2

A	B	C	D
Tempo(s)	Distância(m)	Velocidade (m/s)	Aceleração (m/s ²)
2	0,10	0,111	0,055
3	0,38	0,24	0,08
4	0,62	0,34	0,08
5	1,63	0,44	0,08

8. As acelerações obtidas são iguais?

a) Sim, exatamente.

b) Sim, aproximadamente.

c) Não, são diferentes.

9. Selecione um intervalo de tempo qualquer na Tabela 2, com suas respectivas velocidades, e calcule a **aceleração média**, usando a Tabela 3 abaixo.

Tabela 3
Intervalo

	Inicial	Final	Final - Inicial
Velocidade	v_0 0,14	v_f 0,24	$\Delta v = v_f - v_0$ 0,10
Tempo	t_0 2	t_f 3	$\Delta t = t_f - t_0$ 1
	Cálculo da aceleração $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_0}{t_f - t_0} = \frac{0,10}{1} = 0,10$		

10. O que você pode afirmar comparando os valores das acelerações calculadas a partir das velocidades calculadas em intervalo de tempo iguais?

A aceleração é sempre igual.

11. Qual a relação entre a variação da velocidade, nos intervalos de tempo obtidos, e a aceleração calculada? Discuta com o grupo e escreva as conclusões no quadro abaixo.

A velocidade varia igualmente.

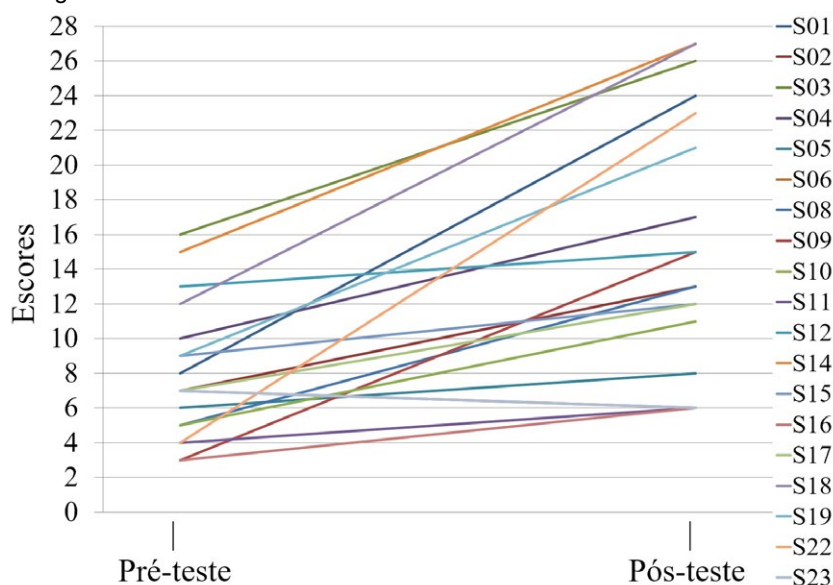
12. Desenhe o gráfico da aceleração x tempo, usando os dados da Tabela 2.

Gráfico aceleração x tempo

Análise de desempenho

A Figura 12 apresenta os escores obtidos pelos participantes na aplicação do teste antes (pré-teste) e após a implementação das aulas de cinemática (pós-teste). Essa figura mostra que houve aumento nos escores do pós-teste comparado àqueles do pré-teste (exceto para os escores de S06 e S23 que tiveram suas pontuações reduzidas de 7 para 6). Os participantes S07, S13, S20 e S21 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão no estudo.

Figura 12: Escores dos alunos no teste de conhecimento antes e depois das aulas de cinemática integradas com o uso do sistema de medida de distância.



As medidas de variabilidade (desvio-padrão e intervalo interquartil) e de tendência central (média e mediana) dos escores da aplicação do teste (pré-teste) e da sua reaplicação após finalizado o estudo de cinemática (pós-teste) foram calculados considerando os 19 participantes (Tabela 2).

Tabela 2: Estatística descritiva para o pré-teste e o pós-teste (Extraído de GUIMARÃES, 2015, p.98).

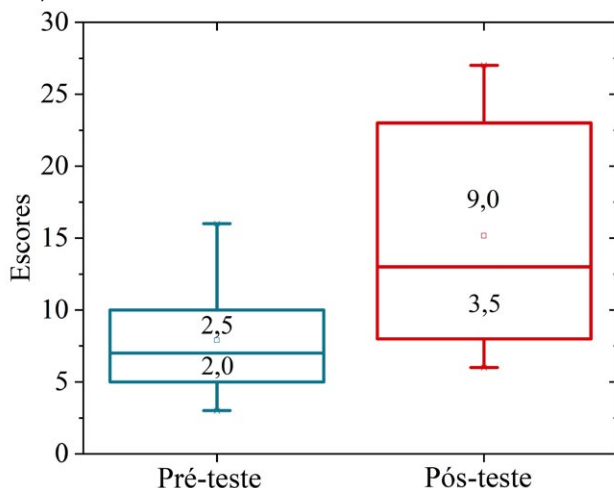
	Participantes	Média	Desvio Padrão	Mediana	Intervalo Interquartil
Pré-teste	19	7,9	3,86	7,0	4,5
Pós-teste	19	15,2	7,49	13,0	12,5

As medidas de variabilidade têm como objetivo medir o nível de dispersão de um conjunto de dados. Neste estudo, temos dois conjuntos de escores obtidos pelo grupo de 19 respondentes na aplicação do teste (pré-teste) e na sua reaplicação (pós-teste). Para as medidas de dispersão, foram utilizados o desvio padrão e o intervalo interquartil. O desvio padrão é uma medida de quão distantes os dados estão da sua média aritmética. O intervalo interquartil de um conjunto de dados também é uma medida de variabilidade e é definido como a diferença entre o quartil superior (Q3) e o quartil inferior (Q1) destes dados, sendo que os quartis são obtidos colocando os dados em ordem crescente e dividindo os valores numéricos ordenados em quatro grupos de igual número de dados. Assim, o valor que ficar na divisão entre o 1º e o 2º grupo (em ordem crescente de valores) é o quartil inferior, Q1; e, o valor que ficar na divisão entre o 3º e 4º grupo é o quartil superior, Q3. O intervalo interquartil, calculado como $Q3 - Q1$, geralmente é considerado uma medida de dispersão mais robusta por ser menos sensível à presença de valores extremos no conjunto de dados.

A mediana dos escores do pós-teste (13,0) é superior à mediana obtida com os correspondentes escores do pré-teste (7,0). O intervalo interquartil dos escores do pós-teste (12,5) também mostra maior dispersão em comparação com o intervalo para os correspondentes escores do pré-teste (4,5). Para melhor visualização dessas medidas, a Figura 13 apresenta os diagramas de caixa dos escores do pré-teste e do pós-teste. O diagrama de caixas permite a visualização gráfica da mediana dos dados (linha horizontal central na caixa), da dispersão dos dados representada pelo intervalo interquartil (altura da caixa) e dos valores extremos do conjunto de dados (extremos das linhas verticais centralizadas nas caixas). O valor indicado no segmento inferior da caixa corresponde à diferença entre a mediana e o primeiro quartil, e o valor indicado no segmento superior da caixa corresponde à diferença entre o terceiro quartil e a mediana.

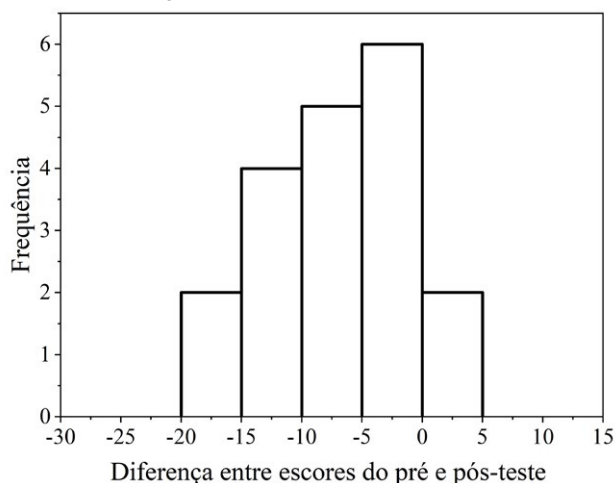


Figura 13: Diagramas de caixa para os escores do pré-teste e pós-teste (Adaptado de GUIMARÃES, 2015, p. 98).



Para verificar se o aumento no valor da mediana dos escores do pós-teste comparada à mediana dos escores do pré-teste é estatisticamente significativo, ou seja, se o aumento no desempenho dos participantes é estatisticamente significativo, foi realizado um teste de inferência estatística não paramétrica considerando as diferenças das frequências dos escores do pré-teste e dos correspondentes escores do pós-teste (diferenças pareadas) com o teste Wilcoxon (W) unilateral pareado (Figura 14).

Figura 14: Frequência das diferenças entre escores do pré-teste e pós-teste.



O teste W é usado para distribuições desconhecidas e é o teste não paramétrico equivalente do teste t pareado, que é baseado em uma distribuição de probabilidade normal subjacente (PEERS, 1996). O teste W unilateral pareado calcula a distribuição das diferenças de cada par de escores correspondentes, do pré-teste e do pós-teste, para um mesmo indivíduo do grupo, e informa a direção dessas diferenças (*ibid.*). A Figura 14 mostra o histograma de frequência dessas diferenças, em que podemos identificar uma assimetria em torno de zero com predominância para valores negativos. Como os dados no eixo das abscissas se refere a valores calculados da diferença entre escores do pré-teste e do pós-teste, então um resultado negativo se refere a valores de escores de desempenho no pós-teste maiores do que no pré-teste. Portanto, essa assimetria indica que a maioria dos alunos melhorou seu desempenho em cinemática após as aulas de física. Esse resultado tem respaldo no teste W unilateral pareado, que indicou um aumento estatisticamente significativo da mediana dos escores do pós-teste com 95% de probabilidade de não ser este resultado por acaso (valor-p = 0,0001).

Considerações finais

Este trabalho apresentou um estudo integrando um sistema de medição de distância, a plataforma Arduino e um sensor ultrassônico em aulas de ciências com alunos do 9º ano do ensino fundamental. Foram descritos os detalhes da construção do equipamento e do programa computacional para a plataforma Arduino. A utilização desse sistema integrado com aulas de ciências foi apresentada e discutida para o ensino de cinemática introdutória a partir do planejamento e implementação de duas situações na perspectiva da teoria das situações didáticas de Brousseau. As análises da aprendizagem consideraram os registros escritos nas tarefas de sala de aula e o desempenho dos alunos em um teste de múltipla escolha. Os resultados do teste da maioria dos alunos evidenciaram melhoria no desempenho de conhecimentos de cinemática, os quais mostraram respaldo por registros escritos indicando que a maioria dos alunos estabeleceu correspondência entre os movimentos executados em sala de aula e as representações gráficas de cinemática.

Como considerações finais, destacamos que o ensino de ciências auxiliado por tecnologias com sensores e aquisição automática de dados fornece uma abordagem diferente para as aulas de ciências. Consideramos interessante uma abordagem inte-



grada entre teoria, experimento e tecnologia considerando o instrumento de medida como ferramenta para fornecer uma realidade científica ao fenômeno em estudo. Esta abordagem particular foi tentada neste estudo para melhorar a compreensão nas aulas de física elementar. Isso foi possível usando situações de ensino planejadas que integraram tecnologias com aquisição automática de dados em tempo real. Uma abordagem didático-epistemológica integrando teoria, experimento e tecnologia permite concentrar-se na aquisição de conhecimento da realidade científica em estudo, de modo a expandir os papéis usuais do laboratório didático dos currículos atuais, geralmente caracterizados como complementares às aulas teóricas ou com ênfase na aprendizagem procedimental.

Outro ponto a destacar é que o sistema de medição de distância e o projeto de experimento de cinemática descrito neste trabalho podem contribuir também para a elaboração de projetos a serem desenvolvidos pelos alunos com a mediação de um professor resonsável. Em uma abordagem de aprendizagem ativa, estes projetos podem envolver a montagem do sistema de medição e sua aplicação em experimentos de cinemática, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades múltiplas como o raciocínio lógico, resolução de problemas concretos, a montagem de circuitos eletrônicos e programação.

Ainda, para se equipar uma escola de ensino básico com equipamentos e soluções comerciais para a realização de experimentos com aquisição automática de dados, o custo envolvido normalmente é elevado e fica-se dependente do fornecedor para reposição e manutenção dos equipamentos. Nesse sentido, o presente trabalho contribui para que comunidade escolar tenha uma alternativa para realizar experimentos com aquisição automática de dados de baixo custo, e que envolve somente soluções abertas, tanto de *hardware* quanto de *software*. Devido à sua característica aberta, o sistema proposto neste trabalho pode ser modificado ou mesmo servir como base a novos projetos para aquisição automática de dados de outras grandezas físicas, alimentando um ciclo positivo de inovação tecnológica.

Em síntese, os resultados obtidos sugerem que a integração de tecnologias digitais em aulas de ciências pode ser didaticamente relevante para facilitar a aprendizagem de ciências no ensino fundamental.

Agradedimentos

Financiamento parcial da CAPES, Projeto OBEDUC 049/2012, Ministério da Educação, Brasil.

Integrating technologies in classroom: a study with elementary school students in science classes with real-time data acquisition

Abstract

This work presents a study integrating a range measurement system, the Arduino platform and an ultrasonic sensor in science classes with 9th grade students of elementary school. Details of both the construction of the equipment and computational program for the Arduino platform are described. The use of this integrated system in science classes are presented and discussed for introductory kinematics teaching from the planning and implementation of two situations in a Brousseau's theory of didactic situations perspective. Learning analyses consider both the written records on classroom assignments and the students' performance on a multiple-choice test. The test results of most students show improvement in the performance of understanding kinematics knowledge, which are supported by the written records indicating that most students established correspondence between the movements performed in the classroom and the graphical representations of kinematics. The results suggest that the integration of digital technologies in science classes can be didactically relevant to facilitate science learning in elementary school.

Keywords: Range measurement system. Arduino platform. Kinematics. Technologies in science teaching.

Referências

ARDUINO. **Getting started with Arduino UNO**. Disponível em: < <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>>. Acesso em: 15 fev. 2020.

BEICHNER, R. J. Testing student interpretation of kinematics graphs. **American Journal of Physics**, v. 62, n. 8, 750-762, 1994. DOI: <https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.17449>.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília, DF: MEC/SEB, 2018. Disponível em: < [BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf](https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf) (mec.gov.br)>. Acesso em: 24 jan. 2021.

BROUSSEAU, G. Theory of didactical situations in mathematics: didactique des mathématiques, 1970-1990. In: BALACHEFF, N.; COOPER, M.; SUTHERLAND, R.; WARFIELD, V. (eds.). **Mathematics Education Library**, v. 19. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002.

CARDONA, M. E.; LÓPEZ, S. Una revisión de literatura sobre el uso de sistemas de adquisición de datos para la enseñanza de la física en la educación básica, media y en la formación de profesores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 4, p. e4404, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0308>.



DWORAKOWSKI, L. A.; HARTMANN, A. M.; KAKUNO, E. M.; DORNELES, P. F. T. Uso da plataforma Arduino e do software PLX-DAQ para construção de gráficos em tempo real. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, e3503, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0009>.

ELECFREAKS. **HC-SR04 user guide**. Disponível em: <https://www.electfreaks.com/blog/post/hc-sr04-ultrasonic-module-user-guide.html>. Acesso em: 28 jan. 2021.

GUIMARÃES, R. S. **Construção e avaliação de uma sequência de ensino de cinemática introdutória com apoio de um sistema de aquisição automática de dados baseada em princípios da engenharia didática**. Bagé, RS: UNIPAMPA, 2015. Dissertação, Universidade Federal do Pampa, 2015.

HAAG, R.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório automático de física?, **A Física na Escola**, v. 6, n. 1, p. 69-74, 2005. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol06-Num1/aquisicao1.pdf>. Acesso em: 15 mai 2020.

HASMAN Jr., R. J. Characteristics of instrumentation. In: WEBSTER, John G. (ed.). **The measurement, instrumentation and sensors handbook**. Boca Raton, FL: CRC Press LLC, 1999, section 1.1.

MICROSOFT Corporation. **Microsoft Excel**. Versão 2016. [S. l.]: Microsoft Corporation, 2016.

MORRIS, A. S. **Measurement and instrumentation principles**. 3rd.ed. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann, 2001. p. 259.

PEDERSEN, T. O.; KARLSSON, N. Time-of-flight ultrasonic displacement sensors. In: WEBSTER, John G. (ed.). **The measurement, instrumentation and sensors handbook**. Boca Raton, FL: CRC Press LLC, 1999. section 6.7.

PEERS, I. S., **Statistical analysis for education & psychology researchers**. London: The Falmer Press, 1996.

ROCHA, F. S. da; GUADAGNINI, P. H. Sensor sonar de movimento para ensino de física experimental, **Latin American Journal of Physics Education**, v. 4, n. 2, p. 306-315, 2010. Disponível em: http://www.lajpe.org/may10/07_Fabio_Saraiva.pdf. Acesso em: 15 jul. 2022.

SALVUCCI, S.; WALTER, E.; CONLEY, V.; FINK, S.; SABA, M. **Measurement error studies at the National Center for Education Statistics**. Washington, USA: National Center for Education Statistics, 1997. Disponível em: <https://nces.ed.gov/pubsearch/pubsinfo.asp?pubid=97464>. Acesso em: 14 fev. 2020.

SCRATCH. **About Scratch**. Disponível em: <https://scratch.mit.edu/about/>. Acesso em: 24 fev. 2020.

SOKOLOFF, D. R.; LAWS, P. W.; THORNTON, R. K. RealTime physics: active learning labs transforming the introductory laboratory. **European Journal of Physics**, v. 28, n. 3, S83-S94, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/0143-0807/28/3/S08>.

VERNIER Software & Technology, **Go!Motion**. Disponível em: <https://www.vernier.com/products/sensors/motion-detectors/go-mot/>. Acesso em: 15 fev. 2020.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VOLGOLIO, R. **Arduino Excel**. Disponível em: <http://www.robertovalgolio.com/sistemi-programmi/arduino-excel>. Acesso em: 15 fev. 2020.

ZAIONTZ, C. **Real statistics using Excel**. Disponível em: <http://www.real-statistics.com>. Acesso em: 15 fev. 2020.

Apêndice 1

Código computacional produzido neste estudo para o sistema de medição de distância implementado com o Arduino UNO e o modulo sensor sonar ultrassônico modelo HC-SR04 (Adaptado de GUIMARÃES, 2015, p. 196).

```
// Medição de distância com o módulo HC-SR04, Arduino Uno
// e aquisição automática de dados com o software Microsoft Excel.
// O software implementa um sistema de detecção e rejeição de reflexões espúrias.

// Arduino Excel (Interface do Microsoft Excel com o Arduino)
# include <rExcel.h>

// Pino 13 (LED da placa Arduino)
int led = 13;

// Pino 12 (conectado ao pino Trigger do sensor sonar HC-SR04)
int sonar_trig = 12;

// Pino 10 (conectado ao pino Echo do sensor sonar HC-SR04)
int sonar_echo = 10;

// Contador de linhas da planilha Excel
uint32_t excel_row = 0;

// Instanciação do objeto rExcel
rExcel range_excel;

// Setup do Arduino e da planilha Excel
void setup() {

// Pino LED (saída digital)
pinMode(led, OUTPUT);

// Pino Trigger do sensor sonar (saída digital)
pinMode(sonar_trig, OUTPUT);

// Pino Echo do sensor sonar (entrada digital)
pinMode(sonar_echo, INPUT);

// Inicialização da porta serial do Arduino
Serial.begin(115200);

// Limpa a planilha Excel
range_excel.clearInput();
range_excel.clear("Range", "H03");
range_excel.clear("Range", "A03:B65536");
}
```



```
// Laço principal
void loop() {

    float distance;
    float time_flight;

    // Tempo (em milissegundos) desde a inicialização do sistema
    uint32_t time;

    // Gera pulsos de trigger de 15us de largura
    digitalWrite(sonar_trig, HIGH);
    delayMicroseconds(15);
    digitalWrite(sonar_trig, LOW);

    // Retorna o tempo (em microssegundos) em que o pino Echo permanece alto (tempo de voo)
    time_flight = 0;
    time_flight = pulseIn(sonar_echo, HIGH);

    // Determina o tempo (em milissegundos) desde a inicialização do sistema
    time = millis();

    // Calcula a distância entre o sensor e o alvo como:
    // distância = 0.5 * ((tempo_de_voo x 10^-6)s * 346 m/s)
    distance = 0.5*(time_flight * 1.0e-6 * 346.0);

    // Converte a distância para centímetros
    distance = distance * 100.0;

    // Detecção de reflexões espúrias
    // A distância limite é fixada em 3,0 m
    if((distance >= 3000.0) || (distance == 0)) {
    // O sensor não encontrou o alvo (distância medida é maior que o limite máximo)
    // e o resultado da medição é rejeitado
    // Acende o LED da placa Arduino sinalizando a rejeição da medida
        digitalWrite(led, HIGH);
    } else {

    // Insere o novo dado na planilha Excel
    // Escreve o valor da variável 'distance' na planilha 'Range' e na célula 'H3' com dois dígitos decimais
        range_excel.write("Range", "H3", distance, 2);

    // Escreve o valor da variável 'time' na primeira coluna da planilha 'Range'
    // iniciando na terceira linha (com dois dígitos decimais)
        range_excel.writeIndexed("Range", excel_row+3, 1,
                                time, 2);
```

```
// Escreve o valor da variável 'distance' na segunda coluna da planilha 'Range'
// iniciando na terceira linha (com dois dígitos decimais)
range_excel.writeIndexed("Range", excel_row+3, 2,
                        distance, 3);

// Incrementa o contador de linhas da planilha
excel_row = excel_row + 1;

digitalWrite(led, LOW);
}

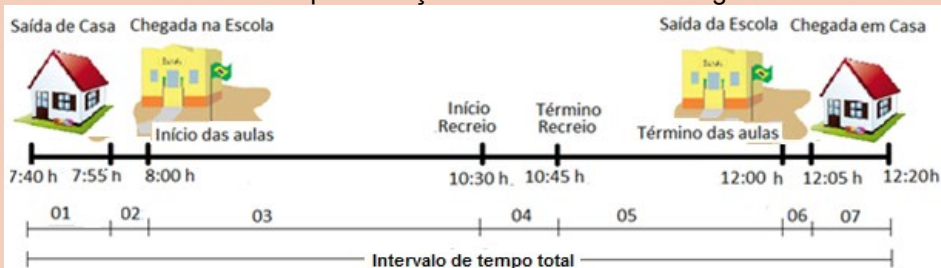
// Aguarda o tempo mínimo recomendado entre duas leituras consecutivas (100 ms)
delay(100);
}
```

Apêndice 2

Teste de cinemática introdutória (Adaptado de GUIMARÃES, 2015, p. 171. Os itens foram renumerados para apresentação final, em razão da análise estatística efetuada). Os itens 21, 22, 23, 25, 26, e 27 são, respectivamente, tradução livre dos itens 8, 9, 12, 19, 20 e 21 do Teste de Compreensão de Gráficos de Cinemática (TUG-K), de R. J. Beichner (*American Journal of Physics*, v. 62, n. 8, p. 750-762, 1994, DOI: <https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.17449>). O item 24 foi modificado do item 8 do teste TUG-K.

Leia o texto a seguir e responda as questões 1, 2 e 3.

Um aluno decidiu registrar sua rotina matinal, começando com sua ida à escola e terminando com seu retorno para casa no final da manhã, não esquecendo de registrar os horários de cada etapa. Ele percorreu as distâncias de cada intervalo de tempo com a mesma velocidade média, numerando os intervalos de 1 a 7 e indicando o tempo inicial e final de cada um deles. A representação final é mostrada a seguir.



1) Observando a duração dos intervalos de tempo 01 e 04, podemos afirmar que:

- a) São os únicos iguais.
- b) São os únicos diferentes.
- c) O 01 é maior do que o 04.
- d) O 04 é maior do que o 01.
- e) São iguais ao 07.

2) Com relação à duração dos intervalos de tempo, é correto afirmar que:

- a) O 07 e o 01 são iguais ao 06.
- b) O 02 é igual ao 06, e o 01 é diferente do 07.
- c) O 06 e 02 são os menores de todos, e o 01 e 07 são os maiores.
- d) O 01 e 04 são iguais, e ambos são diferentes do 03.
- e) Os que mais duraram foram o 03 seguido do 07.

3) Considerando a duração dos intervalos de tempo, não é correto afirmar que:

- a) A soma de todos os intervalos de tempo resulta no intervalo de tempo total do registro.
- b) Existem intervalos de 15 min.
- c) O intervalo de chegada à escola até o início das aulas tem duração igual a outro intervalo.
- d) Existem intervalos maiores do que 1 hora.
- e) O intervalo do recreio foi o que menos durou.

Leia o texto a seguir e responda a questão 4.

Uma bolinha é solta a partir de um suporte em direção ao solo. Quatro fotos em instantes diferentes do movimento da bolinha foram tiradas.



Foto 01

Foto 02

Foto 03

Foto 04

4) Olhando para a sequência de fotos (lembrando que o movimento é de queda), em qual instante a bolinha apresenta maior velocidade?

- a) Foto 02.
- b) Foto 01.
- c) Foto 04.
- d) Foto 03.
- e) Para todos os instantes, todas as bolinhas têm igual velocidade.

Leia o texto a seguir e responda a questão 5.

Nossa escola mantém um programa, denominado PIBID, onde alunos desenvolvem trabalhos pedagógicos nas áreas de Física e Química. Em 2013, o PIBID-Física organizou, e realizou uma competição de foguetes impulsionados por água, na qual participaram alunos do ensino médio e fundamental. De construção simples, estes foguetes alcançam distâncias relativamente grandes para o seu tamanho (alguns chegaram a mais de 50 metros, quando lançados em ângulo inclinado em relação ao solo). O movimento do foguete é resultante do aumento da pressão da água no seu interior, provocada por uma bomba de ar manual, que, ao injetar ar, faz com que a água ao atingir uma alta pressão, comece a ser expelida pela parte de baixo do foguete, fazendo com que ele seja projetado rapidamente para frente, a medida em libera a água do seu interior. Para registrar esse evento, foram obtidas diversas fotos e, após o final do campeonato, ao observar algumas das fotos, os alunos perceberam que a água que saía do foguete descrevia uma “linha” que mostrava o caminho percorrido pelo foguete durante o seu movimento (destacada abaixo, nas fotos do centro e da direita), permitindo observar as diversas posições do foguete durante o seu percurso.



Foguete saindo da base



Foguete iniciando o movimento



Foguete subindo

5) Essa “linha” é denominada de:

- a) Corpo extenso.
- b) Deslocamento.
- c) Referencial.
- d) Trajetória.
- e) Movimento.

Leia o texto a seguir e responda as questões 6 e 7.

Pedro necessitou viajar de veículo próprio a Porto Alegre. Como ele deveria estar às 14 horas na capital, consultou a internet para obter informações sobre a viagem. Verificou que o tempo de viagem seria de 4 h e 52 minutos (que ele arredondou para 5 h) e que a capital está a 377 km de Bagé (que ele arredondou para 400 km).

6) Qual é a velocidade escalar média, ou rapidez média, que Pedro deverá manter o seu carro para atender o compromisso na hora planejada, se utilizados os valores arredondados?

- a) 80 km/h.
- b) 100 km/h.
- c) 75 km/h.
- d) 50 km/h.
- e) 60 km/h.

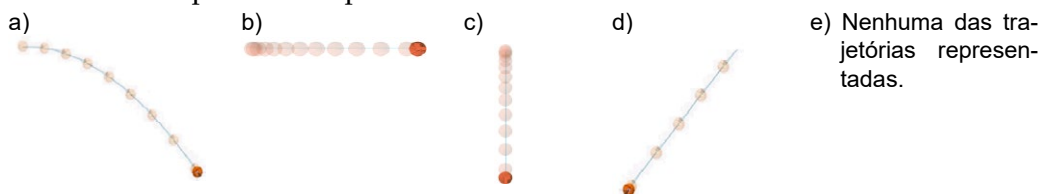
7) Após finalizar seus compromissos em Porto Alegre, o viajante retornou para sua casa em Bagé, mesmo local do ponto de partida. Ao chegar verificou que havia rodado 854 km, isto é, duas vezes 377 km (ida e volta) acrescidos de 50 km em percursos efetuados dentro das duas cidades. Com base nessas informações, responda qual foi o deslocamento efetuado e total do espaço percorrido?

- a) 854 km; 854 km.
- b) 0 km; 854 km.
- c) 804 km; 50 km.
- d) 377 km; 754 km.
- e) 0 km; 377 km.

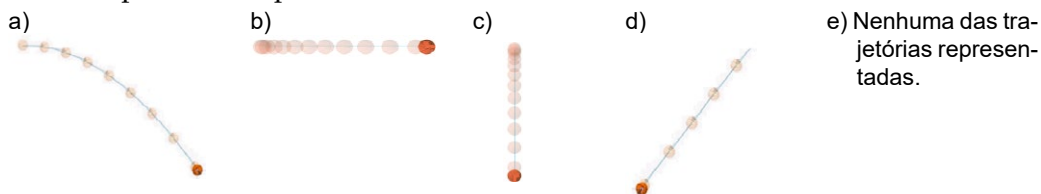
Leia o texto a seguir e responda as questões 8 e 9.

Você está parado na calçada esperando para tomar um ônibus e, para passar o tempo, observa os movimentos que acontecem a sua volta. Outro ônibus, que não é aquele que você espera, passa bem na sua frente se deslocando em linha reta e com velocidade constante quando, nesse instante, você vê uma criança que está sentada dentro do ônibus soltar, sem arremessar, uma bolinha pela janela do ônibus.

8) A trajetória da bolinha, observada pela criança que está sentada no ônibus, é mais bem representada por:



9) A trajetória da bolinha, observada por você que está parado na calçada, é mais bem representada por:



Leia o texto a seguir e responda as questões 10, 11 e 12.



O jornal “O Estadão” publicou em 2013, na Internet, a notícia de que os japoneses testaram um novo trem-bala que atingiu uma velocidade de 500 km/h. Um aluno, para estudar o movimento desse trem, considerou o trem percorrendo, em linha reta, a distância de 1000 km entre duas estações de trens em cidades diferentes. Também considerou que o trem manteve em todo o percurso a velocidade de 500 km/h e que, ao passar pela primeira estação, o trem já estava com esta velocidade.

Usando essas informações, responda as questões indicadas acima.
Fonte: O Estadão, de 10 jun. 2013. <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,trem-bala-em-testes-no-japao-podera-correr-ate-500-quilometros-por-hora,156118e>.

10) A primeira estação que o aluno tomou como origem para o estudo do movimento do trem pode ser denominada fisicamente de:

- Estação.
- Deslocamento.
- Trajeto.
- Corpo.
- Referencial.

11) O tempo que o trem levará para percorrer metade do percurso entre as duas estações é de:

- 4 horas.
- 3 horas.
- 2 horas.
- 1 hora.
- 5 horas.

12) Qual gráfico melhor representa o movimento do trem, durante todo seu percurso, em horas?

a)



b)



c)



d)



d) Nenhum dos gráficos apresentados.

Leia o texto a seguir e responda a questão 13.

Uma bolinha é solta em uma rampa em sua parte mais alta e se movimenta em direção a parte mais baixa. Quatro fotos foram obtidas em momentos diferentes.



Foto 01



Foto 02



Foto 03



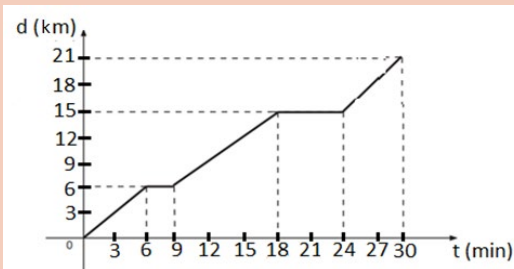
Foto 04

13) Olhando para a sequência de fotos, e lembrando que o movimento é da parte mais alta da rampa para a mais baixa, em qual delas a bolinha apresenta maior velocidade.

- a) Foto 01.
- b) Foto 02.
- c) Foto 03.
- d) Foto 04.
- e) Para todos os instantes, toda a bolinha tem igual velocidade.

Leia o texto a seguir e responda as questões 14 e 15.

Para medir seu desempenho em uma corrida, um ciclista decidiu traçar a distância percorrida por ele (em km) *versus* o tempo gasto (em min). Ele usou um cronômetro para medir o tempo gasto e um odômetro para medir a distância percorrida. Usando o gráfico a seguir, obtido pelo ciclista, responda as questões indicadas.



14) Quantas vezes o ciclista parou durante a corrida?

Quatro vezes.

Nem uma vez.

Uma vez.

Três vezes.

Duas

15) Para medir seu desempenho na corrida, o ciclista calculou sua rapidez média ou velocidade escalar média. O valor encontrado por ele foi de:

42 km/h.

30 km/h.

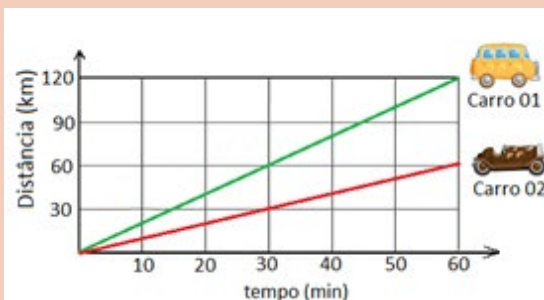
15 km/h.

24 km/h.

21 km/h.

Leia o texto a seguir e responda as questões 16 e 17.

Para comparar o movimento de dois carros, um estudante criou um gráfico no qual relacionou a distância percorrida em km pelo tempo cronometrado em minutos. Responda as questões 16 e 17, utilizando as informações do gráfico:



16) Com relação a velocidade escalar média dos carros, é correto afirmar que:

- a) É a mesma para ambos os carros durante toda a corrida.
- b) É maior para o carro 01 do que para o carro 02.
- c) É maior para o carro 02 do que para o carro 01.
- d) É a mesma para ambos os carros somente nos primeiros 10 minutos.
- e) Somente na metade do tempo cronometrado a velocidade do carro 01 é o dobro da velocidade do carro 02.

17) A distância percorrida pelo carro 02, 30 minutos após o início do movimento foi de:

- 0 km/h.
- 30 km/h.
- 90 km/h.
- 60 km/h.
- 120 km/h.

Leia o conteúdo dentro do quadro e responda as questões 18, 19 e 20.

Os valores da velocidade instantânea de um carro de Fórmula 1, em m/s (metros por segundo), foram registrados em intervalos de 1 segundo, durante 5 segundos, a partir da largada de uma competição em um trecho de pista reta. Os dados obtidos resultaram em valores crescentes de velocidade instantânea, diferentes a cada segundo, e foram organizados na tabela:

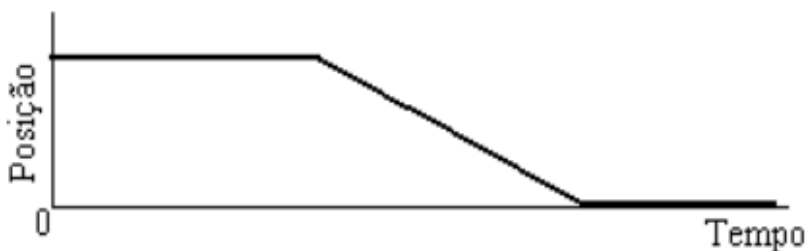
Tempo (s)	Velocidade instantânea (m/s)
0	0
1	5
2	10
3	15
4	20
5	25

- 18) O movimento descrito pelo carro de Fórmula 1, apresentado na tabela é caracterizado por:
- Velocidade variável e aceleração variável.
 - Velocidade constante, sem aceleração.
 - Velocidade variável e aceleração constante.
 - Aceleração constante e velocidade constante.
 - Velocidade variável, sem aceleração.
- 19) Comparando as diferentes velocidades instantâneas observadas, é correto afirmar que:
- A velocidade aumentou 10 m/s a cada 5 segundos.
 - A velocidade inicial foi de 5 m/s e a final foi de 25 m/s.
 - Entre 0 e 3 segundos, a velocidade variou de 10 m/s.
 - A velocidade aumenta 5 m/s a cada segundo.
 - Não houve aceleração entre 0 e 5 segundos.
- 20) Na tabela apresentada para a velocidade instantânea do carro de Fórmula 1, podemos observar uma uniformidade na variação de velocidade quando consideramos os intervalos de tempo observados. Essa “regularidade” permite-nos saber, por exemplo, que a velocidade do carro de Fórmula 1 será de 30 m/s quando o tempo é de 6 segundos. Porém, se necessitarmos saber a velocidade instantânea para tomadas de tempo maiores (mantendo o carro de Fórmula 1 sempre com as mesmas características do movimento), o cálculo se tornará mais

demorado. Nessas situações, procuramos elaborar uma equação matemática que possibilite a obtenção da velocidade para uma medida qualquer de tempo. Das alternativas abaixo, onde “v” representa a velocidade (em m/s) e “t” o tempo (em segundos), qual equação descreveria o movimento do carro de Fórmula 1 em qualquer instante de tempo?

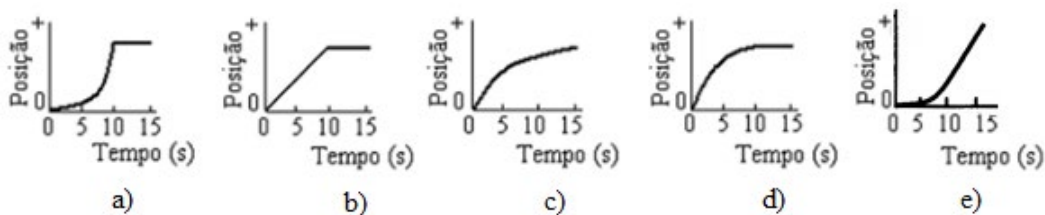
- a) $v = t$.
- b) $v = 2t$.
- c) $v = 3t$.
- d) $v = 4t$.
- e) $v = 5t$.

21) (Tradução livre do item 8 do teste TUG-K) O gráfico abaixo descreve o movimento de um objeto. Qual sentença representa uma interpretação correta desse movimento?

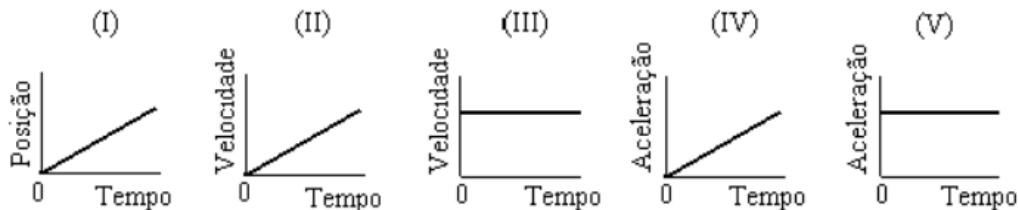


- a) O objeto rola ao longo de uma superfície plana. Então, ele desce um plano inclinado e finalmente para.
- b) O objeto inicialmente não se move. Então, ele desce um plano inclinado e finalmente para.
- c) O objeto está se movendo com velocidade constante. Então, ele diminui sua velocidade e para.
- d) O objeto inicialmente não se move. Então, ele se move e finalmente para.
- e) O objeto se move ao longo de uma área plana, movendo-se para trás na descida de um plano inclinado, e então, continua se movendo.

22) (Tradução livre do item 9 do teste TUG-K) Um objeto parte do repouso e movimenta-se por 10 segundos com uma aceleração positiva constante. Ele continua, então, com velocidade constante. Qual dos seguintes gráficos descreve corretamente esta situação?



23) (Tradução livre do item 12 do teste TUG-K) Considere os gráficos seguintes observando que o eixo das ordenadas pode representar diferentes grandezas:

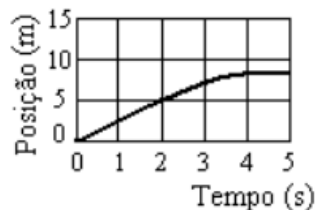


Qual(s) destes gráficos representa(m) um movimento com velocidade constante?

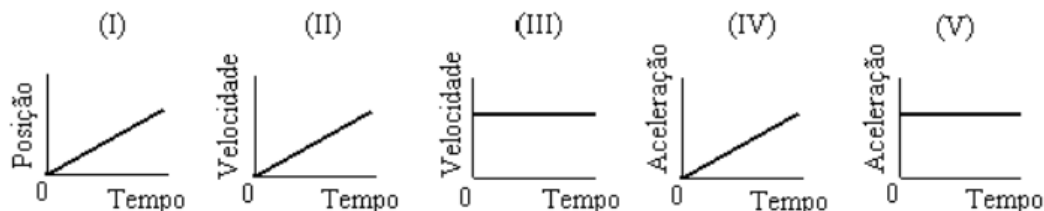
- a) I, II e IV.
- b) I e III.
- c) II e V.
- d) Somente IV.
- e) Somente V.

24) (Modificado do item 18 do teste TUG-K) O gráfico ao lado representa o movimento de um objeto. A velocidade deste objeto no instante de tempo 2 segundos é:

- a) 0,4 m/s.
- b) 2,0 m/s.
- c) 2,5 m/s.
- d) 5,0 m/s.
- e) 10,0 m/s.



25) (Tradução livre do item 19 do teste TUG-K) Considere os gráficos seguintes observando que o eixo das ordenadas pode representar diferentes grandezas:

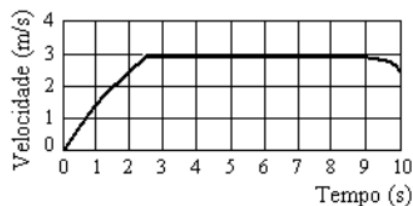


Qual(s) deles representa(m) um movimento com aceleração constante diferente de zero?

- a) I, II e IV.
- b) I e III.
- c) II e V.
- d) Somente IV.
- e) Somente V.

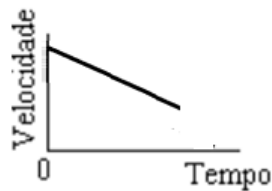
26) (Tradução livre do item 20 do teste TUG-K) Um objeto se move de acordo com o gráfico ao lado. Qual é o seu deslocamento entre $t = 4$ s e $t = 8$ s?

- a) 0,75 m
- b) 3,00 m
- c) 4,00 m
- d) 8,00 m
- e) 12,00 m



27) (Tradução livre do item 21 do teste TUG-K) O gráfico à direita representa o movimento de um objeto. Qual das sentenças é a melhor interpretação desse movimento?

- a) O objeto se move com uma aceleração constante.
- b) O objeto se move com uma aceleração que diminui uniformemente.
- c) O objeto se move com uma velocidade que aumenta uniformemente.
- d) O objeto se move com velocidade constante.
- e) O objeto não se move.



Limites e possibilidades da utilização do *smartphone* e do *software Tracker* para a realização da videoanálise no estudo do fenômeno de queda de objetos na vertical

Emanuelly Torres Nunes*, Ivanderson Pereira da Silva**

Resumo

Neste artigo, socializamos os resultados obtidos em duas práticas experimentais utilizando o *smartphone* e o *software Tracker*, presente em uma sequência didática de seis etapas/aulas sobre o estudo do fenômeno da queda dos corpos, sob a ação da gravidade, no contexto do ensino médio. Para isso, desenvolvemos, realizamos e analisamos a sequência didática intitulada “Estudo da queda de objetos, na direção vertical sobre o efeito da gravidade com o *software Tracker*”. Trata-se de uma pesquisa participante na qual a docente-pesquisadora foi coautora da sequência didática. Essa sequência didática foi desenvolvida junto aos estudantes das turmas da 1ª série do ensino médio de uma escola pública do agreste alagoano. O estudo tem como principal objetivo analisar os limites e possibilidades da utilização do *smartphone* e do *software Tracker* no processo de experimentação no Ensino de Física em turmas da 1ª série do Ensino Médio. Delinearam-se os seguintes objetivos específicos: explorar as potencialidades da prática experimental convencional e por meio da videoanálise, relacionar duas práticas experimentais no estudo de um mesmo movimento, e assim, analisar a propagação de erros no processo de experimentação. Partindo desse escopo, buscou-se responder ao seguinte problema de pesquisa: quais os limites e possibilidades da experimentação com a utilização do cronômetro do *smartphone*, da experimentação por meio da videoanálise utilizando o *software Tracker*, e da associação dessas duas práticas experimentais? Com o intuito de responder ao problema de pesquisa e alcançar os objetivos traçados, se desenvolveu um estudo analítico dos dados obtidos pelos estudantes nas duas práticas experimentais, que foram recolhidos por meio de ficha de coleta de dados (Etapa 1) e por planilha eletrônica (Etapa 5). Essa pesquisa e formação se deu pela vivência, do desenvolvimento, do planejamento, da execução, da análise da sequência didática, e de vivenciar todo esse percurso. Possibilitando assim, evoluir, quanto docente, em metodologias envolvendo a experimentação no Ensino de Física, mediando os estudantes na busca do conhecimento de forma ativa, crítica e reflexiva sobre os fatores que influenciam na propagação de erros e medidas em atividades experimentais.

Palavras-chave: Experimentação, Ensino de Física, *Software Tracker*.

* Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas. Professora de Física da Rede Pública Estadual de Alagoas, Brasil. E-mail: emanuely.torres123@gmail.com

** Doutor em Educação pelo Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Alagoas. Professor do Magistério Superior, lotado no Campus Arapiraca da Universidade Federal de Alagoas, Brasil. E-mail: ivanderson.silva@arapiraca.ufal.br

<https://10.5335/rbecm.v5i2.13160>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em: 16/11/2021; Aceito em: 17/06/2022

ISSN: 2595-7376



Introdução

No processo de experimentação é importante investigar alternativas e possibilidades educacionais que sejam relevantes para a melhoria do processo educativo e que possam ser enquadradas no tempo didático disponível para as aulas de Física (BEZERRA JR.; OLIVEIRA; LENZ, 2012). Na maioria das escolas de ensino regular, da rede estadual de Alagoas temos duas aulas semanais de Física, tempo insuficiente de trabalhar todo o currículo estabelecido, além da falta de laboratório de Ciências. A utilização do *software Tracker* se encaixa no tempo didático disponível em aulas do Ensino Médio, com cerca de 50 minutos de duração. Qual o embasamento para concluir que o *software* “encaixa” no tempo de aula? Poderia explicar ou justificar com clareza?

Estudos de fenômenos físicos como queda livre, leis de conservação de energias e momento linear e angular, segunda lei de Newton e movimentos retilíneos estão relacionados com a variação da posição (x) e do tempo (t), por esse motivo é necessário que o movimento seja estudado detalhadamente com participação ativa dos estudantes, utilizando ferramentas que possibilitem medir e analisar movimentos. Ao realizar esses estudos em laboratórios de física, se requer muito tempo para preparação dos equipamentos, realização do experimento e análise. Saavedra Filho et al. (2017) destacam, que o uso de *Kits* didáticos exige conexões de diversos fios e o alinhamento de sensores o que por sua vez demanda um tempo operacional que, em geral, não é compatível com o tempo didático das aulas de Física. Isto, muitas vezes, dificulta a realização de atividades experimentais no contexto do ensino médio.

Compreendemos, conforme Bezerra Jr., Oliveira e Lenz (2012), que o uso do *Tracker* no ensino de física é promissor, pois os fatores como por exemplo, sua versatilidade e o interesse que desperta nos estudantes, contribuem para a dinâmica das aulas.

A experimentação por meio da videoanálise auxiliará no processo de ensino e aprendizagem e proporcionará um meio alternativo para implementar a experimentação no contexto da educação básica pública. Na videoanálise podem ser analisados conceitos e grandezas físicas de forma detalhada e prática.

Partindo dessa perspectiva, buscou-se responder ao seguinte problema de pesquisa: quais os limites e possibilidades da experimentação com a utilização do cronômetro do *smartphone*, da experimentação por meio da videoanálise utilizando o *software Tracker*, e da associação dessas duas práticas experimentais?

Para isso, foi desenvolvida uma sequência didática junto aos estudantes das turmas da 1ª série do ensino médio de uma escola pública do agreste alagoano, com as seguintes etapas: 1- Prática Experimental de maneira convencional utilizando o cronômetro do *smartphone* e uma ficha de registros; 2- Orientação realizada pela docente sobre as ferramentas do *software* Tracker para a realização da videoanálise; 3- Realização da primeira videoanálise por parte dos estudantes; 4- Roda de conversa entre o docente e estudantes sobre as limitações e dúvidas enfrentados na primeira videoanálise, como o propósito de esclarecer e preparar os estudantes para a segunda tentativa; 5- Realização da segunda videoanálise; 6- preenchimento de um questionário de sistematização dos conhecimentos adquiridos durante as etapas anteriores, realizando assim uma análise das possibilidades que essas duas práticas experimentais podem contribuir para o Ensino de Física.

O presente estudo teve como principal objetivo analisar os limites e possibilidades da utilização do *smartphone* e do *software* Tracker no processo de experimentação no Ensino de Física em turmas da 1ª série do Ensino Médio. De modo específico, se objetiva explorar as potencialidades da prática experimental convencional e por meio da videoanálise, relacionar duas práticas experimentais no estudo de um mesmo movimento, e assim, analisar a propagação de erros no processo de experimentação.

Para fins de realização da pesquisa foi desenvolvida uma sequência didática com seis etapas/aulas, em quatro turmas de 1ª série do Ensino Médio da rede pública Estadual de Palmeira dos Índios, Alagoas, que será apresentada de forma mais detalhada na metodologia deste trabalho.

Os dados coletados nas duas práticas experimentais foram recolhidos por meio de fichas impressas e por planilhas eletrônicas, e posteriormente foram organizadas em tabelas e analisadas pela docente, a fim de verificar como essa metodologia pode contribuir para o campo da pesquisa em ensino de Física.

O presente artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 apresenta-se a fundamentação teórica sobre a experimentação no ensino de Física; na seção 3 descreve-se como a experimentação por meio da videoanálise pode ser utilizada em conjunto com a atividade experimental realizada de modo convencional; na seção 4 descreve-se a sequência didática elaborada para ser desenvolvida em turmas da 1ª série do Ensino Médio, no estudo do movimento de queda na vertical sob o efeito da gravidade; na seção 5 são descritos os resultados quantitativos e qualitativos sobre os resultados dessa sequência didática em turmas da rede pública estadual. Por fim, na seção 6 apresenta-se nossas considerações finais.



Experimentação no Ensino de Física

A experimentação consiste em uma atividade essencial na disciplina de física, pois ao mesmo tempo que trabalha o experimento em uma perspectiva de problema, permite aos estudantes refletir, questionar, verificar e desafiar o sujeito a pensar sobre a situação (NUNES, 2020).

A experimentação é um processo que busca, através de diálogo e experimento, a compreensão de fenômenos de forma que os sujeitos envolvidos possam questionar e argumentar durante o processo de investigação, de forma crítica, ativa e conceituada, permitindo-o compreender, explicar e prever. Neste sentido, a atividade experimental está inserida no processo de experimentação, mas não podem ser consideradas como sinônimos. Ela consiste na etapa em que os estudantes passam a observar transformação ou buscar explicações para o que ocorre nos fenômenos em estudo.

Já a experimentação vai além disso, é necessário um envolvimento intenso com discussão no coletivo, com o propósito de potencializar transformações de interpretações. Tendo como objetivo promover o conhecimento por meio de processos investigativos. Compreendemos, conforme Motta (2020), que a experimentação se propõe em apostar na construção de uma sala de aula que vise dar significado às palavras expressas pelo coletivo e que surgem no diálogo em torno e com o experimento, das linguagens e do discurso das Ciências.

Nesse sentido, a experimentação tem papel fundamental no processo de ensino-aprendizado de conceitos físicos, mas nem sempre é utilizada no contexto escolar, seja pela falta de laboratórios de Ciências ou insumos, pela excessiva carga de trabalho docente, pela falta de recursos tecnológicos. Nunes (2020) define que é necessário possibilitar à docentes e estudantes ferramentas computacionais que possibilitem modos diferentes de descrever, explicar, prever e entender fenômenos físicos.

Ademais, através da experimentação se faz necessário a participação crítica dos estudantes e a resolução de problemas, a qual impulsiona a prática de levantar e testar hipóteses. “*A capacidade de aprender, quanto mais criticamente ocorre, colabora na construção e desenvolvimento de uma curiosidade metodicamente rigorosa – a curiosidade epistemológica*” (FRANCISCO JR; BENIGNO, 2018, p. 247).

Essa estratégia metodológica requer uma sequência de atividades que provoque o protagonismo dos estudantes, para que eles possam aprender com as evidências, reconhecer os erros e pensar em soluções para entender as inconsistências e incertezas encontradas.

Compreende-se que ensinar não é transferir conhecimento, mas transformar os estudantes em seres críticos e participativos, mediando atividades pedagógicas por meio das quais possam investigar, pesquisar, interrogar, perguntar e buscar informações. Assumindo-se assim como atores e não expectadores na construção do seu conhecimento. A tarefa docente não é apenas ensinar conteúdos, mas também impulsionar a refletir criticamente. Deve-se ter consciência sobre o seu papel enquanto docente, na construção do conhecimento, possibilitando a construção de sujeitos ativos em sala de aula, que se tornem seres humanos pensantes, críticos, responsáveis e mobilizadores das decisões no convívio social.

Sendo assim, tanto o estudante quanto o docente devem agir criticamente e de forma participativa. No processo de aprendizagem a responsabilidade não pode ser somente do docente, tampouco do estudante. Assim, o docente deve buscar estratégias metodológicas que tornem o estudante sujeito ativo diante da sua aprendizagem.

O docente, dessa forma, tem o papel de mediar e fornecer ambientes de aprendizagem que promovam a experimentação, porém, o sucesso desta atividade depende de quão ativa é a participação dos estudantes na aquisição do seu próprio conhecimento.

A relação entre teoria, prática, e cotidiano dos estudantes, a partir da experimentação, permite a compreensão de conceitos físicos, proporcionando a formação de cidadãos conscientes e críticos, além das possibilidades de promover a aprendizagem ativa, motivadora, despertando o interesse de desenvolver o raciocínio lógico, a comunicação e a colaboração no trabalho em grupo.

O ensino por experimentação requer dos sujeitos uma conduta ativa, que durante a atividade, permite o questionamento e diálogo com os outros sujeitos e/ou teorias. Por isso, propõe-se neste trabalho a experimentação como processo fundamental para o ensino e a aprendizagem no estudo do movimento de queda na direção vertical, permitindo que os estudantes relacionem e realizem um diálogo entre práticas experimentais utilizando o *smartphone* e o *software Tracker*, como é detalhado na próxima seção.

Atividade experimental de modo convencional em conjunto com a videoanálise

Em atividades experimentais convencionais em laboratórios de física são utilizados sensores e equipamentos para registrar dados, mas, geralmente o registro do tempo é feito através de um cronômetro, que precisa ser acionado com maior



agilidade, a fim de obter menos propagação de erros nas coletas de dados. Porém, esse tipo de aquisição de dados pode influenciar na incerteza dos dados.

A videoanálise torna-se uma alternativa para desenvolver a prática experimental no ensino de Física, visto que, não necessita de aparelhos laboratoriais de alto custo e de difícil utilização, proporcionando, em sintonia com as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), oportunidades aos estudantes de observar a natureza, coletar e analisar dados, de forma ativa e crítica no processo de construção de conhecimento e compreensão da sua realidade. Sendo assim, essa prática pode ser implementada nas escolas que não possuem laboratório físico, o que condiz com a realidade de muitas escolas (SAAVEDRA FILHO et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2019). Mas também pode ser utilizada, mesmo quando o espaço possuir o laboratório.

Nessa perspectiva, o estudante pode comparar os resultados obtidos, de modo convencional e por meio da videoanálise, e refletir sobre as maneiras para a realização da coleta de dados, provocando uma análise crítica da propagação de erros e medidas durante a prática experimental, permitindo que o estudante reconheça de forma crítica e participativa, que a prática experimental requer muita atenção, cuidado, e sensibilidade em todas as etapas da atividade.

É possível e desejável a utilização da videoanálise como ferramenta facilitadora do ensino da física experimental, visto que pode proporcionar a interpretação de incertezas de dados numéricos experimentais medidos e auxiliar os estudantes a superar as dificuldades para realização de cálculos e construção de gráficos. Apresentamos na citação a seguir como a videoanálise pode-se relacionar com o estudo de fenômenos físicos:

O estudante recebe um vídeo no qual eles podem observar um fenômeno como o veriam em um laboratório e, juntos, recebem ferramentas simples para fazer medições precisas que, em laboratório, seriam difíceis de realizar. Nelas, é possível realizar a análise que o levará, como qualquer cientista, à identificação de relacionamentos entre as variáveis em jogo, aprendendo com a experiência e com suas próprias reflexões. (VERA et al., 2015, p. 585)

Compreende-se que como em qualquer atividade de ensino, o uso da videoanálise deve ser feito de forma criteriosa, reflexiva e sempre sendo avaliada constantemente em sua eficiência. Além disso, a videoanálise pode facilitar a interpretação de incertezas de dados numéricos experimentais medidos e auxiliar aos estudantes a superar as dificuldades de aprendizagem em construção de gráficos e tabelas.

A videoanálise pode ser realizada por meio de uma visualização atenciosa a partir da reprodução de um vídeo ou até mesmo utilizando *software* que permita a coleta de dados, sendo esta última uma análise mais detalhada do movimento, permitindo que os dados sejam retirados e posteriormente analisados.

O *Tracker* é um *software* livre de videoanálise, que auxilia na análise de conceitos da Física no estudo de movimentos. Criado pelo projeto *open Sources Physics*, possui as ferramentas de marcação do objeto durante a trajetória, construção de gráficos e tabelas, divisão do vídeo em quadros por segundos, calibração de medidas, análise da equação do movimento a partir do gráfico e recorte do vídeo, que auxiliam no estudo de movimentos.

O *Tracker* pode ser obtido no site <https://physlets.org/tracker/> (inserir em nota de rodapé) disponível para os sistemas operacionais Windows, Mac OS X, Linux 32-bit e Linux 64-bit. É um *software* de fácil aprendizagem que pode ser manuseado pelos estudantes em experimentos didáticos de Física. Com o *software* instalado no computador é possível o seu manuseio sem necessidade de acesso à internet.

Possibilita aos docentes e estudantes metodologias de experimentação e aplicação do conhecimento, da disciplina de Física, de forma ativa e investigativa, desenvolvendo a criatividade e o pensamento crítico.

O recurso da videoanálise pode favorecer uma aproximação com o fazer científico. Nesse sentido, o *software Tracker* se apresenta como uma ferramenta que viabiliza essa aproximação a partir de um computador de baixa configuração (BEZERRA JR; OLIVEIRA; LENZ, 2012).

Saavedra Filho et al. (2017) definem que o *Tracker* adiciona qualidade e praticidade às aulas de Física, pois não são necessários aparatos experimentais caros, complexos e laboriosos. Dentre as funcionalidades do *software Tracker*, Bezerra Jr., Lenz e Saavedra Filho (2016) destacam a possibilidade de que, por meio da videoanálise, docentes e estudantes realizem medidas das grandezas fundamentais do movimento, como posição e tempo. Considerando ainda que esse é um ponto de partida fundamental para o estudo dos movimentos.

O *Tracker* permite a análise de vídeo e experimentação desenvolvida para o ensino de física. Possibilita também, o rastreamento da posição de um objeto, a construção de gráficos e dados de velocidade e aceleração de corpos em movimento, calibração de medidas, divisão do vídeo, quadro a quadro, rotação de posição do vídeo, indicação de grandezas vetoriais, trajetórias, coordenadas e estudo da equa-

ção do gráfico, que permite identificar os coeficientes da reta ou curva gerada pelo gráfico e determinar a equação do movimento ao relacionar duas grandezas físicas.

Nesse sentido, a utilização de uma ferramenta de mediação tecnológica, como o *software Tracker* pode levar a resultados mais precisos do que procedimentos manuais, além de permitir a evolução temporal nas grandezas através dos gráficos que são construídos na medida em que as posições são marcadas.

Entende-se que o uso do *Tracker* esteja em sintonia com a modernização do saber escolar, em um contexto em que as atividades experimentais teriam função mediadora no ensino dos conteúdos (BEZERRA JR; OLIVEIRA; LENZ, 2012). O *software* por si só não é suficiente para a realização da videoanálise, se faz então necessário que a instituição tenha estrutura de laboratório de informática, acesso à internet para realizar o download do *software*, pelo menos um estudante de cada grupo deve possuir um *smartphone*, além disso, apoio da equipe diretiva da escola.

O uso do *software Tracker* como ferramenta para execução da videoanálise em atividades de modelagem científica, permite quebras de rotinas no contexto escolar, proporcionando, dessa maneira, a participação ativa dos estudantes na realização de experimentos, a partir de vídeos, de fenômenos do cotidiano. Pode auxiliar ainda, na obtenção de medidas confiáveis, bem como despertar nos estudantes o uso consciente da tecnologia e a importância da sua apropriação.

Na próxima seção apresenta-se a sequência didática “Estudo da queda de objetos, na direção vertical sobre o efeito da gravidade com o *software Tracker*”, bem como as descrições metodológicas da prática de intervenção em sala de aula.

Metodologia

O planejamento de sequências didáticas propõe atividades como observação do fenômeno físico, debate entre estudantes e docentes, experimentação, contextualização, análise de dados, resolução de exercícios, discussão sobre o conteúdo e fatores que influenciam na propagação de erros e medidas.

A sequência didática (NUNES, 2020) apresentada foi pensada para turmas da 1ª série do Ensino Médio. Essa proposta de ensino está organizada ao longo de seis momentos-aulas, com duração de 50 minutos cada uma delas. A organização dessa sequência didática pode ser melhor visualizada a partir do quadro 1.

Quadro 1: Sequência didática do estudo da queda com o *software* Tracker

(continua...)

Área do conhecimento: Física		Série: 1º ano do Ensino Médio			
Tema	Movimento de objetos na vertical sobre a ação da gravidade da Terra.				
Objetivos	Compreender e utilizar leis e teorias físicas, como aceleração gravitacional, movimento uniformemente variado e queda livre.				
	Entender o funcionamento do <i>software</i> Tracker.				
	Compreender as características do movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV).				
	Aprender as diferentes linguagens por meio das quais a Física se expressa: tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para expressão do saber físico.				
	Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes, como comprimento, resistência do ar, velocidade e aceleração.				
	Medir o valor da aceleração da gravidade local através da videoanálise.				
ATIVIDADES					
Etapas/ Aulas	1ª	Organização da sala	Turma separada em grupos de até cinco estudantes.	Tempo	50'
Docente	Orientar na execução da prática experimental e explicar a relação matemática que será utilizada para encontrar um valor aproximado do módulo da aceleração da gravidade, naquela região.				
Estudantes	Abandonar um objeto de uma altura de dois metros e registrar o instante de queda até o chão, e repetir, pelo menos 10 vezes, registrando em uma tabela.				
Recursos Materiais	Ficha de coleta de dados, objeto que será abandonado de uma altura de 2 metros e cronômetro de celular.				
Etapas/ Aulas	2ª	Organização da sala	Separados em grupos na sala de informática.	Tempo	50'
Docente	1ª Parte: Orientar os estudantes no download.				
	2ª Parte: Apresentar as ferramentas do <i>software</i> Tracker, orientando como baixar o <i>software</i> , importar vídeo, rotacionar a posição do vídeo, inserir fita de calibração e eixo de coordenada.				
	3ª Parte: Expor ilustrações de videoanálises.				
	Observação: Organizar os computadores antes da aula, para otimizar o tempo.				
Estudantes	1ª Parte: Executar o download do <i>software</i> e modificar o idioma.				
	2ª Parte: Registrar considerações importantes, interagir tirando dúvidas e intervir com sugestões para a manipulação do <i>software</i> durante sua apresentação.				
	3ª Parte: Comentar situações de movimentos verticais presentes no cotidiano.				
Recursos Materiais	1ª Parte: Laboratório de Informática, Computadores, Internet e <i>software</i> Tracker.				
	2ª Parte: Projetor multimídia e caderno.				
	3ª Parte: Projetor multimídia				
Etapas/ Aulas	3ª	Organização da sala	Separados em grupos na sala de informática.	Tempo	50'
Docente	Mediar os grupos de forma passiva durante as execuções das videoanálises.				
Estudantes	Realizar a videoanálise. Iniciando com uma gravação da situação até a análise dos dados apresentados no <i>Tracker</i> , bem como analisar possíveis fatores que poderiam ter influenciado nos valores encontrados.				
Recursos Materiais	Projetor multimídia, laboratório de informática, computadores, câmera digital, internet e <i>software</i> Tracker.				



Etapas/ Aulas	4ª	Organização da sala	Sentados em círculo na sala.	Tempo	50'
Docente	Instigar aos estudantes expor as experiências e resultados da primeira videoanálise, bem como perguntar se conhecem o valor aproximado da gravidade na Terra, relatar o contexto histórico de Aristóteles e Galileu, e propor comparação desse fenômeno em lugares com gravidades diferentes.				
Estudantes	Discutir com toda a turma os possíveis erros que possam ter ocorrido na primeira videoanálise, os efeitos da gravidade no cotidiano e as concepções referentes às teorias de Aristóteles e Galileu sobre a gravitação.				
Recursos Materiais	Vídeo do YouTube "Desenho animado – Galilei Galileu" (https://www.youtube.com/watch?v=L_yUPezUd8o), cenas do Filme "A gravidade" (https://www.youtube.com/watch?v=3ZdTIrcv6cQ), com registros no quadro e caderno.				
Etapas/ Aulas	5ª	Organização da sala	Organizados em grupos por computador	Tempo	50'
Docente	Proporcionar possibilidades de construção do conhecimento sem intervir na gravação. Observar e registrar as interações em diário de bordo				
Estudantes	Gravação de uma situação de um objeto em queda. Realizar a videoanálise da gravação que foi realizada na etapa anterior. E por fim, encontrar a equação da curva do gráfico velocidade versus o instante de tempo ($v \times t$), utilizando o próprio <i>software</i> .				
Recursos Materiais	Câmera digital, laboratório de informática, 15 computadores, Internet, e <i>software Tracker</i> .				
Etapas/ Aulas	6ª	Organização da sala	Sentados em grupos na sala.	Tempo	50'
Docente	Ser mediadora e conduzir a discussão.				
Estudantes	Copiar os dados da tabela gerado pelo <i>software Tracker</i> para o programa de planilha eletrônica para realizar a média aritmética do valor da aceleração na direção vertical, que resultará no valor do módulo da aceleração gravitacional no local, semelhante ao que foi realizado na primeira etapa. Em seguida o grupo responderá um questionário sobre as práticas experimentais desenvolvidas.				
Recursos Materiais	Resultados dos valores de instante de tempo, posição, velocidade e aceleração na direção vertical obtidas através da videoanálise e copiadas para o programa de planilha eletrônica.				

Fonte: Autores (2021).

A avaliação da aprendizagem dessa sequência didática se deu em todas as etapas, buscando assim analisar de forma qualitativa a participação dos estudantes na execução da videoanálise; na discussão em grupo referente as duas práticas experimentais; na análise dos dados de instante de tempo, posição, velocidade e aceleração na direção vertical, de forma científica, e no reconhecimento dos fatores que influenciam nos erros e incertezas dos valores encontrados.

Verifica-se que essa proposta visa trabalhar, inicialmente, com uma atividade experimental convencional utilizando os cronômetros dos *smartphones* dos estudantes e consiste em várias repetições da situação analisada. Em seguida, o trabalho se concretizou através de tutoriais sobre a utilização do *software Tracker*. Dando suporte para que os estudantes realizassem a experimentação por meio da videoanálise utilizando o *software*. Esse tutorial (Nunes e Silva, 2020) foi utilizado pelos

estudantes no momento da realização da videoanálise no laboratório de informática, como pode ser visualizado na figura 1.

Figura 1: Realização da Videoanálise no Laboratório de Informática



Fonte: Arquivo da pesquisa (2019).

A sequência didática apresentada buscou o engajamento dos estudantes nas realizações das atividades, com desempenho e comprometimento. Utilizou-se, como ferramentas, recursos digitais como o *software* Tracker, vídeos do YouTube, filmes e planilha eletrônica, que são grandes aliados no processo de ensino e aprendizagem.

Resultados

A prática de experimentação nas aulas de física é de fundamental importância, pois ajuda a esclarecer dúvidas do objeto de estudo, permite a aquisição de dados de situações problemas presentes no cotidiano e estudados na disciplina, bem como torna o processo de ensino-aprendizagem significativo.

Os dados coletados pelos estudantes na primeira atividade experimental, que foi realizada de modo convencional utilizando o cronômetro do *smartphone*, estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Dados obtidos na atividade experimental de modo convencional

(continua...)

	Tentativas	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª	Valor Médio g (m/s^2)	Desvio Padrão absoluto Δg	Intervalo de cobertura $g \pm \Delta g$	
Grupo 1	Tempo (s)	0,27	0,35	0,32	0,50	0,20	0,29	0,33	0,21	0,56	0,19				
	Gravidade (m/s^2)	54,87	32,65	39,06	16,00	100,00	47,56	36,73	90,70	12,76	110,80	54,11	27,98	26,13	82,10
Grupo 2	Tempo (s)	0,61	0,64	0,53	0,63	0,37	0,57	0,44	0,39	0,78	0,57				
	Gravidade (m/s^2)	10,75	9,77	14,24	10,08	29,22	12,31	20,66	26,30	6,57	12,31	15,22	6,10	9,12	21,32
Grupo 3	Tempo (s)	0,68	0,35	0,40	0,60	0,62	0,41	0,47	0,54	0,47	0,41				
	Gravidade (m/s^2)	8,65	32,65	25,00	11,11	10,41	23,80	18,11	13,72	18,11	23,80	18,53	6,22	12,31	24,76
Grupo 4	Tempo (s)	0,57	1,19	0,44	0,59	0,68	0,40	0,66	0,77	0,44	0,74				
	Gravidade (m/s^2)	12,31	2,82	20,66	11,49	8,65	25,00	9,18	6,75	20,66	7,30	12,48	5,77	6,71	18,26
Grupo 5	Tempo (s)	0,60	0,62	0,53	0,67	0,63	0,57	0,44	0,39	0,79	0,64				
	Gravidade (m/s^2)	11,11	10,41	14,24	8,91	10,08	12,31	20,66	26,30	6,41	9,77	13,02	4,43	8,59	17,45
Grupo 6	Tempo (s)	0,63	0,67	0,81	0,84	0,66	0,87	0,60	0,85	0,85	0,85				
	Gravidade (m/s^2)	10,08	8,91	6,10	5,67	9,18	5,28	11,11	5,54	5,54	5,54	7,29	2,02	5,27	9,32
Grupo 7	Tempo (s)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,26	0,59	0,46	0,40	0,39	0,53				
	Gravidade (m/s^2)	25,00	25,00	25,00	25,00	59,17	11,49	18,90	25,00	26,30	14,24	25,51	6,89	18,62	32,40
Grupo 8	Tempo (s)	0,66	0,59	0,86	0,73	0,92	0,59	0,72	0,59	0,52	0,59				
	Gravidade (m/s^2)	9,18	11,49	5,41	7,51	4,73	11,49	7,72	11,49	14,79	11,49	9,53	2,62	6,91	12,15
Grupo 9	Tempo (s)	0,60	0,68	0,62	0,63	0,65	0,68	0,66	0,63	0,66	0,64				
	Gravidade (m/s^2)	11,11	8,65	10,41	10,08	9,47	8,65	9,18	10,08	9,18	9,77	9,66	0,63	9,03	10,29
Grupo 10	Tempo (s)	0,82	0,70	0,70	0,70	0,69	0,84	0,87	0,74	0,66	0,69				
	Gravidade (m/s^2)	5,95	8,16	8,16	8,16	8,40	5,67	5,28	7,30	9,18	8,40	7,47	1,13	6,34	8,60



(conclusão)

Grupo 11	Tempo (s)	0,73	0,73	0,66	0,73	0,73	0,60	0,67	0,79	0,80	0,71				
	Gravidade (m/s ²)	7,51	7,51	9,18	7,51	7,51	11,11	8,91	6,41	6,25	7,93	7,98	1,05	6,93	9,03
Grupo 12	Tempo (s)	0,91	0,64	0,90	0,67	0,66	0,68	0,68	0,43	0,74	0,65				
	Gravidade (m/s ²)	4,83	9,77	4,94	8,91	9,18	8,65	8,65	21,63	7,30	9,47	9,33	2,57	6,76	11,91
Grupo 13	Tempo (s)	0,42	0,46	0,79	0,51	0,48	0,37	0,45	0,43	0,59	0,39				
	Gravidade (m/s ²)	22,68	18,90	6,41	15,38	17,36	29,22	19,75	21,63	11,49	26,30	18,91	5,00	13,91	23,92
Grupo 14	Tempo (s)	0,66	0,60	0,53	0,53	0,52	0,53	0,65	0,46	0,40	0,53				
	Gravidade (m/s ²)	9,18	11,11	14,24	14,24	14,79	14,24	9,47	18,90	25,00	14,24	14,54	3,01	11,53	17,56
Grupo 15	Tempo (s)	0,40	0,41	0,42	0,38	0,40	0,40	0,38	0,38	0,39	0,39				
	Gravidade (m/s ²)	25,00	23,80	22,68	27,70	25,00	25,00	27,70	27,70	26,30	26,30	25,72	1,42	24,29	27,14
Grupo 16	Tempo (s)	0,58	0,61	0,60	0,59	0,59	0,58	0,60	0,62	0,63	0,62				
	Gravidade (m/s ²)	11,89	10,75	11,11	11,49	11,49	11,89	11,11	10,41	10,08	10,41	11,06	0,52	10,54	11,58
Grupo 17	Tempo (s)	0,55	0,54	0,53	0,54	0,56	0,55	0,56	0,55	0,54	0,53				
	Gravidade (m/s ²)	13,22	13,72	14,24	13,72	12,76	13,22	12,76	13,22	13,72	14,24	13,48	0,45	13,04	13,93
Grupo 18	Tempo (s)	0,72	0,72	0,64	0,72	0,65	0,72	0,52	0,65	0,65	0,65				
	Gravidade (m/s ²)	7,72	7,72	9,77	7,72	9,47	7,72	14,79	9,47	9,47	9,47	9,33	1,29	8,04	10,62
Grupo 19	Tempo (s)	1,00	0,60	0,43	0,95	0,61	0,52	0,56	0,65	0,65	0,65				
	Gravidade (m/s ²)	4,00	11,11	21,63	4,43	10,75	14,79	12,76	9,47	9,47	9,47	10,79	3,43	7,36	14,22
Grupo 20	Tempo (s)	0,90	0,72	0,69	0,86	0,99	0,88	0,73	0,70	0,57	0,60				
	Gravidade (m/s ²)	4,94	7,72	8,40	5,41	4,08	5,17	7,51	8,16	12,31	11,11	7,48	2,07	5,41	9,55
Grupo 21	Tempo (s)	0,60	0,46	0,23	0,86	0,86	0,86	0,93	0,59	0,60	0,79				
	Gravidade (m/s ²)	11,11	18,90	75,61	5,41	5,41	5,41	4,62	11,49	11,11	6,41	15,55	12,68	2,87	28,23

Fonte: Autores (2021).



Cada grupo registrou dez instantes de tempo da queda do mesmo objeto de uma altura de 2 metros, demarcado na parede com o auxílio de uma fita métrica. Estes dados foram registrados em uma ficha e, logo em seguida, utilizados para determinar o módulo da gravidade de cada intervalo de tempo. Posteriormente foi determinado o valor médio do módulo da aceleração gravitacional local, por meio das equações do movimento uniformemente variado.

A tabela 1 foi construída a partir das fichas que foram recolhidas e analisadas. A condução da aplicação da sequência didática foi realizada por uma das autoras deste trabalho. A redação e as análises desse estudo foram realizadas pelos autores colaborativamente.

A partir dos dados apresentados na tabela 1, é possível verificar o desvio padrão médio de cada grupo e os seus intervalos de cobertura para o valor médio da gravidade local. Verificou-se assim que somente três grupos (9, 16 e 17) conseguiram realizaram a obtenção dos dados experimentais com desvio padrão médio menor que 1. Essa discrepância nos resultados, permitiu que os estudantes pudessem refletir a partir das variações dos valores obtidos para o instante de tempo como os instrumentos e técnicas de coleta de dados podem influenciar no processo de experimentação, tais como a sintonia de quem está pressionando o cronometro com a que está soltando o objeto, a precisão do cronometro do *smartphone*, bem como as forças de resistência do ambiente.

Considerando o intervalo de cobertura do valor experimental a partir do desvio padrão médio, somente nove grupos conseguiram obter o valor teórico de $9,81\text{m/s}^2$ para a aceleração gravitacional na Terra ao nível do mar.

Essa primeira etapa teve como limitação a sensibilidade dos estudantes em registrar os instantes de tempo por meio do cronometro do *smartphone*, e precisou ter pelo menos um aparelho para cada grupo, por se tratar de uma escola que atende a um público de classe social de baixa e média renda, nem todos os estudantes possuía *smartphone*. Quanto às possibilidades, esta prática permitiu que os estudantes observassem como as técnicas de coletas de dados de forma manual influenciam na propagação de erros, bem como uma aproximação maior com fenômeno físico observado.

Antes de realizar a segunda prática experimental, foram dadas explicações sobre as ferramentas oferecidas pelo software *Tracker* na experimentação por meio da videoanálise. Foram apresentadas pela docente as técnicas e cuidados desta prática experimental, tais como o posicionamento da câmera durante a gravação, a escolha do objeto de queda de acordo com a sua simetria para evitar a resistência do ar, e apresentação do tutorial de utilização do software *Tracker* (NUNES; SILVA, 2020).

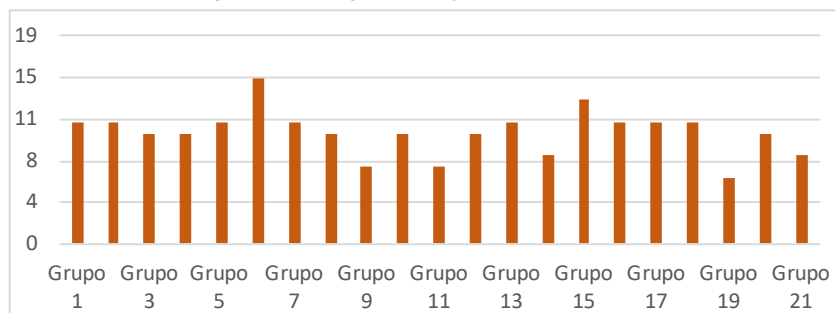
Depois de receber essas orientações os estudantes realizaram a primeira videoanálise sem a intervenção da docente, permitindo assim que eles pudessem conhecer e identificar de forma ativa as ferramentas oferecidas pelo *software* Tracker, bem como as principais dificuldades, que foram discutidas na etapa posterior.

Já na quinta etapa os estudantes realizaram a segunda videoanálise e obtiveram os dados registrados na tabela 2. Diferente da primeira prática experimental realizada de modo convencional utilizando como instrumento de coleta de dados o cronômetro do celular e análise de dados por meio de cálculos manuais, o *software* permitiu o registro além do valor do instante de tempo e da aceleração gravitacional, a posição e a velocidade na direção vertical. Possibilitando assim que os estudantes analisassem se a marcação do objeto foi realizada de forma coerente, ou seja, de maneira progressiva registrando as posições de forma decrescente, bem como a observação do aumento modular da velocidade.

Essa prática experimental teve como limitação a sensibilidade dos estudantes no manuseio dos computadores, pois apesar de estarem imersos em uma cultura digital, eles não possuíam habilidades no manuseio de mouses e de *software* computacionais de edição de vídeos, mostrando-se mais habilidosos na utilização e manuseio de ferramentas pressentes no *smartphone*.

O *software* Tracker oferece até nove casas decimais para cada grandeza selecionada para aparecer na tabela e nos gráficos. Quanto aos números de quadros por segundo, depende na resolução do vídeo, que pode variar de acordo com o *smartphone*. Isso (isso o que? Explicar melhor) também influencia ou influenciou? no número de marcações da posição do objeto, por isso o número de marcação de cada grupo variou, como podemos visualizar no gráfico 1.

Gráfico 1: Número de marcações da posição do objeto durante a videoanálise



Fonte: Autores (2021).

De acordo com o gráfico acima, a quantidade média de marcação do objeto durante a videoanálise foi dez, semelhante aos registros do instante de tempo da primeira atividade experimental.

Tabela 2: Dados obtidos na atividade experimental de modo convencional

(continua...)

Quadros		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	Valor Médio	Desvio padrão absoluto	Intervalo de cobertura	
Grupo 1	Tempo	t (s)	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,40							
	Posição	y (m)	1,37	1,32	1,26	1,18	1,11	1,02	0,92	0,82	0,70	0,58	0,45							
	Velocidade	v (m/s)	-1,48	-1,68	-2,01	-2,26	-2,50	-2,75	-3,05	-3,45	-3,55	-3,70	-4,01					$\bar{g}$	Δg	$\bar{g} \pm \Delta g$
	Módulo da Gravidade	g (m/s ²)	6,17	8,46	8,18	7,37	7,07	9,00	9,66	6,91	5,48	5,89	6,92					7,37	1,06	6,32, 8,43
Grupo 2	Tempo	t (s)	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,40							
	Posição	y (m)	1,42	1,37	1,31	1,24	1,15	1,06	0,96	0,85	0,73	0,60	0,47							
	Velocidade	v (m/s)	-1,51	-1,74	-2,03	-2,31	-2,67	-2,92	-3,19	-3,49	-3,65	-3,83	-3,96					$\bar{g}$	Δg	$\bar{g} \pm \Delta g$
	Módulo da Gravidade	g (m/s ²)	9,44	7,42	8,77	9,57	8,90	8,36	7,96	7,01	5,39	4,32	5,93					7,55	1,40	6,15, 8,95
Grupo 3	Tempo	t (s)	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,27	0,30	0,33	0,43								
	Posição	y (m)	1,36	1,31	1,26	1,18	1,12	1,04	0,95	0,86	0,77	0,45								
	Velocidade	v (m/s)	-1,32	-1,61	-1,92	-2,04	-2,21	-2,52	-2,66	-2,80	-2,99	-3,24						$\bar{g}$	Δg	$\bar{g} \pm \Delta g$
	Módulo da Gravidade	g (m/s ²)	9,74	9,54	5,26	5,95	5,86	7,50	3,89	5,45	4,96	5,25						6,34	1,55	4,79, 7,89
Grupo 4	Tempo	t (s)	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20	0,24	0,27	0,30	0,37	0,41								
	Posição	y (m)	1,15	1,11	1,06	1,00	0,92	0,84	0,77	0,68	0,48	0,39								
	Velocidade	v (m/s)	-1,01	-1,40	-1,68	-1,93	-2,31	-2,36	-2,44	-2,69	-2,90	-3,14						$\bar{g}$	Δg	$\bar{g} \pm \Delta g$
	Módulo da Gravidade	g (m/s ²)	8,12	9,22	8,81	8,70	5,90	3,10	4,01	6,71	5,31	5,91						6,58	1,73	4,85, 8,31



(continua...)

Grupo 5	Tempo	t (s)	0,07	0,10	0,14	0,17	0,20	0,24	0,27	0,30	0,34	0,37	0,41							
	Posição	y (m)	1,34	1,27	1,21	1,14	1,05	0,97	0,87	0,77	0,66	0,55	0,43							
	Velocidade	v (m/s)	-1,69	-1,83	-2,02	-2,36	-2,51	-2,71	-2,89	-3,11	-3,26	-3,46	-3,79					$\bar{g}$	Δg	$\bar{g} \pm \Delta g$
	Módulo da Gravidade	g (m/s ²)	8,05	6,39	6,80	7,42	5,26	5,57	6,39	4,64	6,08	7,42	7,01					6,46	0,80	5,65 7,26
Grupo 6	Tempo	t (s)	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,15	0,22	0,23	0,25	0,27	0,30	0,49	0,50	0,52	0,54			
	Posição	y (m)	2,06	2,05	2,03	2,00	1,98	1,92	1,77	1,74	1,68	1,64	1,53	0,75	0,67	0,58	0,49			
	Velocidade	v (m/s)	-0,71	-1,03	-1,25	-1,31	-1,62	-1,64	-2,44	-2,67	-2,82	-2,89	-3,05	-4,90	-5,31	-5,33	-5,41	$\bar{g}$	Δg	$\bar{g} \pm \Delta g$
	Módulo da Gravidade	g (m/s ²)	6,55	15,81	8,37	12,93	9,32	7,46	10,20	6,46	11,17	10,28	14,93	9,26	9,30	7,44	8,40	9,86	2,16	7,70 12,02
Grupo 7	Tempo	t (s)	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,40							
	Posição	y (m)	1,94	1,86	1,77	1,66	1,54	1,41	1,27	1,14	0,99	0,83	0,67							
	Velocidade	v (m/s)	-2,31	-2,58	-3,04	-3,32	-3,65	-4,07	-4,09	-4,29	-4,70	-4,84	-5,02					$\bar{g}$	Δg	$\bar{g} \pm \Delta g$
	Módulo da Gravidade	g (m/s ²)	8,61	10,86	10,36	10,48	10,11	6,74	4,37	8,11	8,36	5,37	5,37					8,07	1,90	6,17 9,96
Grupo 8	Tempo	t (s)	0,27	0,30	0,33	0,40	0,53	0,57	0,60	0,63	0,73	0,77								
	Posição	y (m)	0,11	0,12	0,10	0,10	0,08	0,07	0,08	0,06	0,02	0,01								
	Velocidade	v (m/s)	0,24	-0,24	-0,16	-0,24	-0,08	-0,08	-0,16	-0,48	-0,35	-0,60						$\bar{g}$	Δg	$\bar{g} \pm \Delta g$
	Módulo da Gravidade	g (m/s ²)	7,53	2,05	1,37	7,53	0,68	3,42	4,11	4,29	4,42	4,31						3,97	1,67	2,30 5,64
Grupo 9	Tempo	t (s)	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,27											
	Posição	y (m)	0,96	0,89	0,81	0,71	0,60	0,49	0,37											
	Velocidade	v (m/s)	-1,93	-2,39	-2,68	-3,03	-3,35	-3,52	-3,70									$\bar{g}$	Δg	$\bar{g} \pm \Delta g$
	Módulo da Gravidade	g (m/s ²)	11,86	11,40	9,84	9,68	8,04	5,15	7,34									9,05	1,89	7,16 10,93



(continua...)

Grupo 10	Tempo	t (s)	0,10	0,13	0,16	0,20	0,23	0,26	0,29	0,33	0,36	0,39								
	Posição	y (m)	1,43	1,36	1,28	1,21	1,12	1,03	0,92	0,81	0,69	0,55								
	Velocidade	v (m/s)	-1,82	-2,23	-2,26	-2,46	-2,76	-3,04	-3,38	-3,55	-3,99	-4,49						$\bar{g}$	$\Delta \bar{g}$	$\bar{g} \pm \Delta \bar{g}$
	Módulo da Gravidade	g (m/s ²)	12,98	6,32	5,08	5,87	10,27	8,24	8,47	9,48	13,77	9,60						9,01	2,21	6,80 11,22
Grupo 11	Tempo	t (s)	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,27											
	Posição	y (m)	0,85	0,78	0,68	0,60	0,51	0,38	0,28											
	Velocidade	v (m/s)	-1,81	-2,49	-2,70	-2,62	-3,32	-3,47	-3,53									$\bar{g}$	$\Delta \bar{g}$	$\bar{g} \pm \Delta \bar{g}$
	Módulo da Gravidade	g (m/s ²)	18,00	10,49	5,18	8,38	10,73	6,04	7,03									6,59	3,38	3,21 9,96
Grupo 12	Tempo	t (s)	0,05	0,08	0,12	0,15	0,22	0,27	0,30	0,50	0,52	0,54								
	Posição	y (m)	2,06	2,03	1,98	1,92	1,77	1,64	1,53	0,67	0,58	0,49								
	Velocidade	v (m/s)	-0,71	-1,25	-1,62	-1,64	-2,44	-2,89	-3,05	-5,31	-5,33	-5,41						$\bar{g}$	$\Delta \bar{g}$	$\bar{g} \pm \Delta \bar{g}$
	Módulo da Gravidade	g (m/s ²)	6,55	8,37	9,32	7,46	10,20	10,28	14,93	9,30	7,44	8,40						9,23	1,58	7,64 10,81
Grupo 13	Tempo	t (s)	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,40							
	Posição	y (m)	1,49	1,44	1,37	1,29	1,21	1,11	1,00	0,88	0,75	0,63	0,50							
	Velocidade	v (m/s)	-1,34	-1,77	-2,15	-2,31	-2,74	-3,23	-3,43	-3,65	-3,74	-3,80	-4,15					$\bar{g}$	$\Delta \bar{g}$	$\bar{g} \pm \Delta \bar{g}$
	Módulo da Gravidade	g (m/s ²)	11,62	10,88	8,77	9,64	13,16	9,99	6,43	3,90	3,71	5,19	10,96					9,43	2,62	6,80 12,05
Grupo 14	Tempo	t (s)	0,07	0,14	0,18	0,22	0,25	0,29	0,32	0,36										
	Posição	y (m)	1,37	1,22	1,13	1,02	0,92	0,79	0,66	0,52										
	Velocidade	v (m/s)	-2,38	-2,34	-2,76	-2,89	-3,19	-3,57	-3,85	-4,11								$\bar{g}$	$\Delta \bar{g}$	$\bar{g} \pm \Delta \bar{g}$
	Módulo da Gravidade	g (m/s ²)	6,94	8,81	7,98	6,53	8,71	9,64	7,36	7,77								7,97	0,82	7,15 8,79



(continua...)

Grupo 15	Tempo	t (s)	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,40	0,43	0,47						
	Posição	y (m)	1,53	1,49	1,44	1,38	1,31	1,24	1,16	1,06	0,95	0,82	0,69	0,56	0,40						
	Velocidade	v (m/s)	-1,02	-1,27	-1,52	-1,93	-2,13	-2,34	-2,76	-3,08	-3,53	-3,82	-3,89	-4,31	-4,78			$\bar{g}$	$\Delta \bar{g}$	$\bar{g} \pm \Delta \bar{g}$	
	Módulo da Gravidade	g (m/s²)	9,24	8,24	9,54	8,67	6,94	8,36	11,05	12,54	10,40	5,96	7,80	12,03	10,12			9,30	1,52	7,78	10,82
Grupo 16	Tempo	t (s)	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,40								
	Posição	y (m)	1,25	1,19	1,12	1,05	0,96	0,87	0,76	0,67	0,55	0,43	0,32								
	Velocidade	v (m/s)	-1,58	-1,89	-2,09	-2,44	-2,71	-2,89	-3,03	-3,17	-3,47	-3,56	-3,76					$\bar{g}$	$\Delta \bar{g}$	$\bar{g} \pm \Delta \bar{g}$	
	Módulo da Gravidade	g (m/s²)	7,91	7,91	8,57	8,31	8,17	3,43	5,19	6,33	5,27	4,22	4,09					6,31	1,70	4,61	8,01
Grupo 17	Tempo	t (s)	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,40								
	Posição	y (m)	1,59	1,56	1,50	1,43	1,36	1,28	1,18	1,06	0,97	0,85	0,71								
	Velocidade	v (m/s)	-1,18	-1,38	-1,87	-2,15	-2,24	-2,67	-3,33	-3,22	-3,13	-3,83	-4,02					$\bar{g}$	$\Delta \bar{g}$	$\bar{g} \pm \Delta \bar{g}$	
	Módulo da Gravidade	g (m/s²)	8,50	10,35	10,35	6,54	8,23	15,66	6,54	0,80	6,90	12,29	6,11					8,39	2,77	5,62	11,16
Grupo 18	Tempo	t (s)	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,27	0,33	0,37	0,40	0,43								
	Posição	y (m)	1,88	1,80	1,72	1,63	1,52	1,43	1,29	1,02	0,89	0,74	0,57								
	Velocidade	v (m/s)	-1,98	-2,40	-2,63	-2,98	-2,98	-3,49	-4,14	-3,98	-4,07	-4,82	-5,35					$\bar{g}$	$\Delta \bar{g}$	$\bar{g} \pm \Delta \bar{g}$	
	Módulo da Gravidade	g (m/s²)	12,75	9,81	9,15	3,60	11,12	13,24	10,95	1,47	12,09	17,33	10,16					10,15	3,01	7,14	13,17
Grupo 19	Tempo	t (s)	0,06	0,10	0,13	0,16	0,19	0,23													
	Posição	y (m)	0,98	0,90	0,81	0,73	0,61	0,50													
	Velocidade	v (m/s)	-2,12	-2,61	-2,61	-3,09	-3,62	-3,30										$\bar{g}$	$\Delta \bar{g}$	$\bar{g} \pm \Delta \bar{g}$	
	Módulo da Gravidade	g (m/s²)	18,61	9,31	7,75	13,18	3,88	9,31										10,34	3,70	6,63	14,04



(continua...)

Grupo 20	Tempo	t (s)	0,07	0,10	0,13	0,17	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,43								
	Posição	y (m)	2,01	1,95	1,86	1,77	1,55	1,44	1,30	1,15	1,02	0,67								
	Velocidade	v (m/s)	-1,83	-2,20	-2,73	-3,06	-3,35	-3,79	-4,28	-4,22	-4,52	-6,08						$\bar{g}$	$\Delta \bar{g}$	$\bar{g} \pm \Delta \bar{g}$
	Módulo da Gravidade	g (m/s ²)	11,64	12,70	12,51	7,41	9,38	13,75	5,29	6,25	13,75	1,04						9,37	3,50	5,87 12,87
Grupo 21	Tempo	t (s)	0,07	0,13	0,17	0,20	0,23	0,30	0,33	0,37										
	Posição	y (m)	1,88	1,73	1,66	1,55	1,43	1,19	1,07	0,92										
	Velocidade	v (m/s)	-2,18	-2,22	-2,68	-3,33	-3,47	-3,75	-4,16	-4,79								$\bar{g}$	$\Delta \bar{g}$	$\bar{g} \pm \Delta \bar{g}$
	Módulo da Gravidade	g (m/s ²)	10,21	6,01	15,39	12,02	4,81	10,81	13,22	3,55								9,50	3,53	5,97 13,04

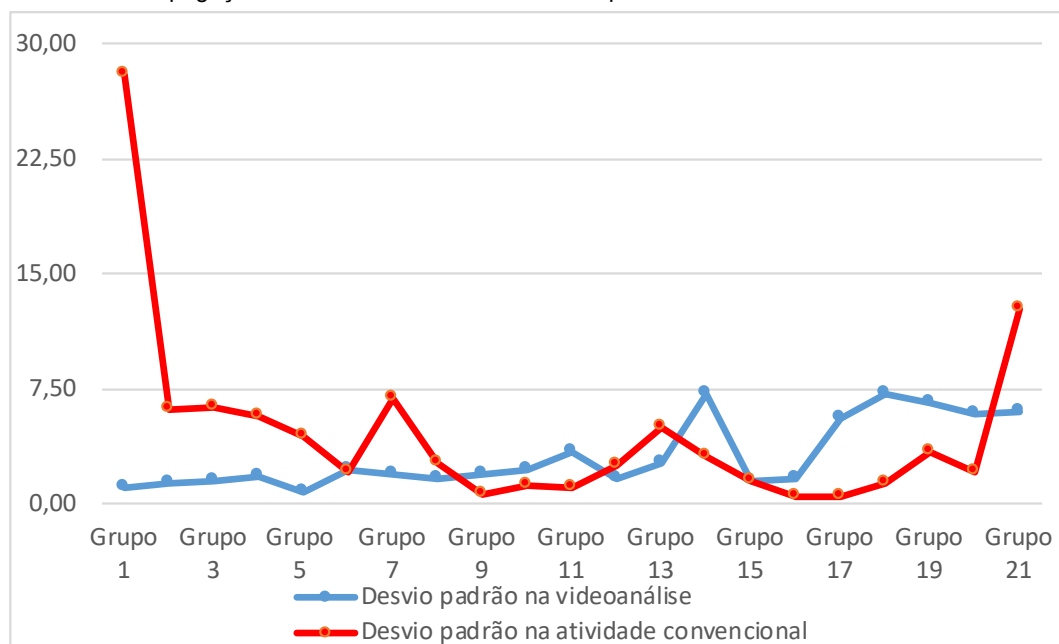
Fonte: Autores (2021).



A utilização dessas duas práticas experimentais teve como limitação a carga horária reduzida para a disciplina de Física. Entretanto possibilitou que os estudantes comparassem as duas formas de coleta e análise dos dados experimentais, e refletissem de forma ativa os fatores que influenciam na propagação de erros.

No gráfico 2 apresentamos a variação do desvio padrão médio das tabelas 1 e 2, referente as duas práticas experimentais presentes no processo de experimentação deste trabalho.

Gráfico 2: Propagação de erros nas duas atividades experimentais



Fonte: Autores (2021).

Onde podemos observar, que mesmo realizando o estudo do mesmo fenômeno, mas com instrumentos de coleta e análise de dados distintos, a propagação de erros foi diferente. Permitindo assim que os estudantes analisem de forma ativa e comparativa os fatores que influencia nessa variação de resultados.

Ainda no gráfico 2, é possível observar que o *software* Tracker oferece uma precisão maior nos dados, entretanto isso não menospreza a atividade realização de forma manual, e sim que *software* oferece para os valores coletados até nove casas decimais, já o cronômetro do *smartphone* somente duas.

Na próxima seção apresentamos as considerações finais dessa pesquisa e formação no processo de experimentação no Ensino de Física.

Considerações finais

O processo de experimentação possibilita que os estudantes compreendam os conceitos físicos, relacionando à prática experimental, com a teoria. Esses sujeitos podem participar de forma ativa no processo de ensino-aprendizagem, coletando, analisando e verificando conceitos sobre a queda de objetos na direção vertical sobre o efeito da gravidade. É possível, por meio de atividades como essa proposta de estudo comparativo entre abodagens experimentais, estimular os estudantes na utilização consciente, inclusivo e crítico dos recursos tecnológicos.

Evidenciou-se a partir do desenvolvimento da proposta didática que as potencialidades de um recurso educacional não dependem apenas de suas características inerentes, mas especialmente, das estratégias didáticas empregadas no seu uso, fundamentadas com concepções teóricas sobre o papel docente no processo de aprendizagem, promovendo assim, ambientes e oportunidades que os estudantes possam ter um papel ativo na construção do seu próprio conhecimento de forma crítica e participativa.

A realização da experimentação de modo convencional possibilitou que os estudantes realizem a coleta e tratamento de forma manual, verificando assim a relação entre as relações matemáticas, as grandezas físicas envolvidas no movimento e os dados coletados. Já a videoanálise possibilitou uma melhor precisão dos dados, o registro do intervalo de tempo, velocidade e aceleração gravitacional em diversos pontos da trajetória. A utilização dessas duas práticas no estudo do mesmo movimento, possibilitou a reflexão dos fatores que influenciaram nos dados coletados com os dados teóricos.

No desenvolvimento das práticas experimentais identificamos algumas limitações, tais como: pelo menos um estudante deveria ter um *smartphone* para utilizar o cronômetro na primeira atividade, bem como para realizar a gravação utilizada na videoanálise; além disso, foi necessário checar todos os computadores do laboratório de informática e deixar os que estavam com defeito separados, para se tornar mais acessível no momento da escolha pelo computador que seria utilizado durante a realização da videoanálise. Além disso, alguns estudantes sentiram dificuldades

na utilização do mouse do computador para realizar o recorte do vídeo, marcação do objeto, em inserir o eixo e fita de calibração.

Foi possível observar, quanto docente, que a junção dessas duas práticas experimentais permitiu uma análise mais aprofundada nos fatores que influenciam na queda de objetos na vertical, onde os estudantes comparam esse movimento com os já estudados, com ou sem velocidade. Possibilitando a reflexão da ação provocada pela aceleração.

Ademais, o uso de prática experimental convencional em conjunto com a videoanálise teve grandiosa relevância, pois possibilitou, além da análise dos dados, avaliar, comparar dados, refletir sobre possíveis erros e precisões experimentais. Por isso, a presente pesquisa e formação pode contribuir para o campo da pesquisa em ensino de Física.

Limits and possibilities of using the smartphone and the Tracker software to carry out video analysis in the study of the phenomenon of falling objects vertically

Abstract

In this article, we share the results obtained in two experimental practices using the smartphone and the Tracker software, present in a didactic sequence of six steps/classes on the study of the phenomenon of falling bodies, under the action of gravity, in the context of high school. For this, we developed, carried out and analyzed the didactic sequence entitled "Study of falling objects, in the vertical direction on the effect of gravity with the Tracker software". This is a participatory research in which the professor-researcher was co-author of the didactic sequence. This didactic sequence was developed with students from the 1st grade of high school at a public school in the rural region of Alagoas. The main objective of the study is to analyze the limits and possibilities of using the smartphone and the Tracker software in the experimentation process in Physics Teaching in 1st grade high school classes. The following specific objectives were outlined: explore the potential of conventional experimental practice and through video analysis, relate two experimental practices in the study of the same movement, and thus analyze the propagation of errors in the experimentation process. Based on this scope, we sought to answer the following research problem: what are the limits and possibilities of experimenting with the use of the smartphone timer, experimentation through video analysis using the Tracker software, and the association of these two experimental practices? In order to answer the research problem and reach the outlined objectives, an analytical study of the data obtained by the students in the two experimental practices was developed, which were collected through a data collection form (Step 1) and an electronic spreadsheet (Step 5). This research and training took place through the experience, development, planning, execution, analysis of the didactic sequence, and experiencing this entire journey. Thus, making it possible to evolve, as a teacher, in methodologies



involving experimentation in Physics Teaching, mediating students in the search for knowledge in an active, critical and reflective way about the factors that influence the propagation of errors and measurements in experimental activities.

Keywords: Experimentation, Physics Teaching, Software Tracker.

Referências

- BEZERRA JR, Arandi Ginane et al. Videoanálise com o software livre Tracker no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, p. 469-490, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp1p469>.
- SAAVENDRA FILHO, N. C. et al. A videoanálise como mediadora da modelagem científica no Ensino de Mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 3, 2017.
- NUNES, E. T. **As potencialidades da experimentação através da videoanálise para o ensino de física no Ensino Médio por meio do software Tracker**, 2020. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Alagoas, Maceió-AL, 2020.
- MOTTA, C. S. **A experimentação nos projetos pedagógicos de curso das Licenciaturas em Química na EaD – SISUAB**, 2015. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2015.
- FRANCISCO JR., W. E.; BENIGNO, A. P. Produção de vídeos amadores de experimentos: algumas contribuições para se pensar o processo educativo. **Revista Exitus**, v. 8, n. 2, p. 244-272, 2018. DOI: <https://doi.org/10.24065/2237-9460.2018v8n2ID536>.
- OLIVEIRA, F. A., et al. Videoanálise e Ensino de Física em Situação de Vulnerabilidade Social. **Abakos**, v. 7, n. 2, p. 03-21, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5752/P.2316-9451.2019v7n2p3-21>
- VERA, F., et al. Estudio del movimiento de caída libre usando vídeos de experimentos. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 12, n. 3, p. 581-592, 2015.
- LEITÃO, L. I.; TEIXEIRA, P. F. D.; ROCHA, F. S. A vídeo-análise como recurso voltado ao ensino de física experimental: um exemplo de aplicação na mecânica. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, v. 6, n. 1, p. 18-33, 2011.
- SAAVEDRA FILHO, N. C.; LENZ, J. A.; BEZERRA JR, A. G. Utilização da Videoanálise para o estudo do movimento circular e a construção do conceito de aceleração centrípeta. **Acta Scientiae**, v. 18, n. 3, 2016.
- NUNES, E. T., SILVA, I. P. **Sequência didática: estudo de queda com o auxílio do software Tracker**. Produto Educacional, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020. Disponível em <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/573747>.

Os macroinvertebrados aquáticos vão às escolas

Francisco Alexandre Costa Sampaio*, Thais Marques da Silva**,
Lázaro Araújo Santos***, Crislane Nascimento Machado****

Resumo

O desconhecimento por parte da população em relação ao meio ambiente, apesar de muitos esforços coletivos, ainda se constitui um aspecto a ser muito trabalhado. Assim, este trabalho buscou aproximar os estudantes em relação à biodiversidade dos ecossistemas aquáticos que os cercam, de modo a refletir sobre a realidade na qual estão inseridos e contribuir para o desenvolvimento de uma consciência crítica quanto à problemática ambiental. Para tanto, utilizou-se os macroinvertebrados aquáticos como ferramenta de ensino, sob diversas abordagens de biologia, ecologia e educação ambiental. Os macroinvertebrados foram coletados em afluentes do rio Jiquiriçá, na Bahia e posteriormente identificados e organizados em uma coleção didática. Esta coleção percorreu diferentes escolas de nível fundamental, onde foram realizadas ações educacionais sobre os organismos por meio de slides, figuras e uma cartilha. Ao final das ações foi possível averiguar, com base no discurso dos educandos bem como na participação durante as atividades, uma mudança na percepção em relação aos ambientes aquáticos e os macroinvertebrados. Após esse contato, os estudantes demonstraram estar sensibilizados quanto aos impactos nos ecossistemas aquáticos e conseqüentemente, aos organismos que deles dependem.

Palavras-chave: Ensino de ciências e biologia; zoologia; artrópodes; educação ambiental.

* Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - IFBAIANO, Campus Santa Inês. E-mail: francisco.sampaio@ifbaiano.edu.br

** Discente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Santa Inês. E-mail: thaismarques2502@gmail.com

*** Licenciado em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Santa Inês; Mestre em Educação Científica e Formação de Professores pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Jequié. E-mail: lazaro15_@hotmail.com

**** Licenciada em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Santa Inês; Mestre em Educação Científica e Formação de Professores pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Jequié. E-mail: crislane.machado@hotmail.com.br



Introdução

A degradação ambiental tem sido uma grande causa para a implantação de políticas para a conservação da biodiversidade (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Diversas ações humanas atuam de forma a impulsionar o processo de degradação do meio ambiente, como destruição de florestas, queimadas, liberação maciça de dióxido de carbono na atmosfera, dentre outros.

Outro agravante que dificulta a proteção do meio ambiente é a negligência em relação aos ambientes aquáticos, sobretudo os de água doce (AGOSTINHO *et al.*, 2005). Dentre as principais causas que levam a destruição desses ecossistemas, destaca-se eutrofização mediada por ações humanas, salinização e problemas referentes ao saneamento básico (GOULART; CALLISTO, 2003). Além disso, o desconhecimento por parte da população em relação ao meio que a cerca tem colaborado de forma incisiva para acelerar a destruição de importantes ecossistemas que compõem a nossa biosfera (KOLBERT, 2015).

Como consequências da degradação dos ambientes aquáticos, nota-se que os macroinvertebrados são significativamente afetados, havendo uma redução dramática na biodiversidade desses organismos (PIEDRAS *et al.*, 2006). Um dos principais motivos que justificam essa defaunação dos macroinvertebrados é a dependência que esses organismos possuem tanto química, quanto fisicamente de um ambiente equilibrado (BEGHELLI *et al.*, 2015).

A comunidade de macroinvertebrados é um importante componente da biodiversidade de todo o planeta (FRIGO; SALVADOR; GORNI, 2019). Nesse grupo estão inseridos organismos de diferentes grupos taxonômicos como por exemplo moluscos, insetos, anelídeos, diplópodes, aracnídeos e crustáceos (KIKUCHI; UIEDA, 2005; MUGNAI, NESSIMIAN, BAPTISTA, 2010). Uma significativa parte desses organismos é encontrada em sedimentos de rios e lagos, sendo fundamental para a dinâmica de nutrientes e transformação da matéria, contribuindo para o fluxo de energia (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Tendo em vista as importantes funções desempenhadas pelos macroinvertebrados, torna-se evidente a necessidade de medidas de proteção e conservação desses organismos. Nessa perspectiva, diversos estudos tem sido voltados para preservar os corpos d'água utilizando informações sobre os macroinvertebrados aquáticos das

próprias comunidades em diferentes regiões do Brasil (PACIÊNCIA *et al.*, 2015; CARVALHO *et al.*, 2016; DAGOSTIN-GOMES *et al.* 2017; FRANÇA; CALLISTO, 2020).

Numa perspectiva educacional, estes organismos tem sido utilizados nas aulas de ciências e biologia, dada às possibilidades de trabalhar diversos temas como zoologia, ecologia e meio ambiente, saúde, educação ambiental dentre outros (WOMMER, 2013; PACIÊNCIA *et al.*, 2015; ARAÚJO *et al.*, 2019; PIMENTEL, PAULA; COUCEIRO, 2020).

Tendo em vista a necessidade de familiarizar os estudantes quanto à biodiversidade existente nos ambientes aquáticos, de aproximá-los do conhecimento científico e possibilitar uma reflexão sobre os impactos ambientais, buscou-se por meio dos macroinvertebrados estabelecer esta relação, que pode suscitar uma nova forma de pensar, agir e construir o mundo (MAIA *et al.*, 2019). De acordo com Krasilchik (2004), o conhecimento biológico contribui para que o cidadão possa ser capaz de tomar decisões, pessoais ou coletivas, considerando o papel do ser humano no planeta e respeitando as demais formas de vida.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo amostrar representantes dos macroinvertebrados do rio Jiquiriçá e utilizá-los como instrumento de ensino em diferentes escolas da região.

Metodologia

O presente trabalho foi realizado em duas cidades do interior da Bahia e foi constituído por duas etapas, sendo a primeira, a coleta dos macroinvertebrados e a montagem da coleção didática e a segunda, as ações educacionais realizadas no território de identidade do Vale do rio Jiquiriçá.

O município de Jiquiriçá foi escolhido para a amostragem dos macroinvertebrados aquáticos devido à grande ocorrência de riachos e cachoeiras nas áreas rurais e urbanas, dentre elas, foram inventariadas a Cachoeira de Toti, Cachoeira do Boqueirão (popularmente conhecida como cachoeira de Clovis); Cachoeira dos Prazeres e Cachoeira dos Amores.

As amostragens ocorreram no período de março a maio de 2019, sendo realizadas duas coletas por área, utilizando peneiras de 80 cm de diâmetro com malha de tela mosquiteiro e ocorreu no sentido jusante-montante, num trecho de 50 metros, buscando abranger o maior número possível de ambientes, como poções, corredeiras,



bancos de vegetação, etc. Os ambientes em que o nível da água ultrapassou a região do peito não foram amostrados.

O material coletado foi transportado para o Laboratório de Zoologia do Instituto Federal Baiano, *Campus* Santa Inês, onde os organismos foram fixados em álcool 70%, acondicionados em tubos de plásticos, etiquetados por localidade e separados por ponto amostral. Posteriormente foram identificados até o menor nível taxonômico possível (classe, ordem ou família) utilizando para identificação equipamentos ópticos e bibliografia específica (MUGNAI; NESSIMIAN; BATISTA, 2010; TRIPLEHORN; JONHSON, 2011). Em seguida foi elaborada a coleção didática, cujo acondicionamento dos organismos foi pensado na sua itinerância, na praticidade do transporte e também por tornar possível a manipulação e observação por parte dos discentes quanto aos detalhes dos animais e suas partes. Esta coleção foi composta por exemplares representativos de cada grupo taxonômico, acompanhados de informações biológicas, a fim de demonstrar sua importância bem como a relevância da manutenção do seu ambiente e da saúde dos ecossistemas.

As ações educacionais itinerantes foram realizadas de agosto a novembro de 2019, em turmas do ensino fundamental II das seguintes instituições de ensino: Escola Maria Juvenice Farias Maia em Jiquiriçá, BA; Colégio Estadual Antônio Carlos Magalhães, Escola Luminar e Escola Municipal Prisco Viana no município de Santa Inês, BA. Um quantitativo superior a 200 estudantes participou das atividades propostas no presente trabalho.

Este trabalho englobou diversas abordagens como a coleta dos organismos em campo, a preparação e o uso destes nas escolas, focando no processo ao invés do resultado e por estarmos interessados nos significados dados pelos sujeitos a aspectos de seu cotidiano. Assim, essa pesquisa, portanto, se caracterizou como qualitativa (LUDKE; ANDRÉ, 1986).

Para fins de organização, a ação foi desenvolvida em três momentos, sendo que no primeiro momento as turmas foram divididas em grupos – a fim de facilitar a manipulação dos espécimes coletados – sendo exibida em tela de projeção, uma apresentação dos diferentes grupos e caracterização dos mesmos. Durante essa exposição foi priorizada a dialogicidade e a participação dos educandos, pois é através da exposição daquilo que o aluno possui em sua estrutura cognitiva que é possível averiguar o que foi, ou não, compreendido por esse educando (WIRZBICKI; BOFF; PINO, 2015).

Logo em seguida à apresentação oral, os espécimes da coleção didática foram distribuídos aos grupos, sendo que após um período de tempo houve a rotatividade do material, de forma que ao final da atividade a turma tenha conseguido observar todos os espécimes disponíveis.

Durante todas as apresentações realizadas, tanto no momento expositivo quanto na etapa de manipulação dos espécimes pelos discentes, nós levantamos questões do tipo: “você já viram um animal assim?”; “sabia que no rio que passa na sua cidade pode existir animais como esses?”; “sabia que ao sujar o rio estamos matando esses organismos?” tendo por finalidade estimular a participação e a aproximação daquilo que estava sendo apresentado com o que eles possuem em seu cotidiano.

Em seguida, de modo complementar para demonstrar as etapas de desenvolvimento dos invertebrados aquáticos, foi apresentado um jogo denominado “Ciclo de vida”, onde abordamos as etapas gerais da vida dos macroinvertebrados. O jogo foi realizado nos grupos de maneira concomitante e era constituído pela exposição de figuras indicando os representantes que continham no nosso acervo para que os estudantes os conhecessem com maiores detalhes. Essas ações buscavam tornar a temática mais compreensível, visto que o processo de aprendizagem é dinâmico e singular, necessitando, portanto, de várias ferramentas a fim de tentar atender as particularidades presentes em uma turma (OLIVEIRA, 2018). Ademais, ressalta-se que os questionamentos e as indagações suscitadas pelos discentes foram anotadas, respondidas e utilizadas como base para a continuidade da ação, uma vez que ao expor dúvidas e dissensos em relação ao que está sendo exposto, o estudante possibilita que haja uma readequação do discurso de quem está apresentando, além de apontar o que ele, aluno, ainda não compreendeu (POZO, 2002).

No terceiro e último momento foi utilizado um material didático complementar, a cartilha denominada “Ciclos” de autoria Luciano Queiroz e Marco Merlin (2019). Esta obra apresenta na forma de histórias em quadrinhos o ciclo de vida de insetos aquáticos, mostrando a colonização destes organismos nos riachos e também a importância da conservação dos ambientes aquáticos. Este material foi impresso e distribuído para cada participante, onde foi acompanhado de um momento de leitura individual. Neste momento, buscou-se por meio do caráter lúdico da cartilha, do estímulo visual e das ações anteriores mobilizar os conceitos abordados e assim potencializar a aprendizagem.



Resultados e discussão

Identificação do material coletado e elaboração da coleção didática

Foram coletados 242 espécimes de macroinvertebrados e dentre essa diversidade de organismos foram selecionados grupos taxonômicos representativos para compor a coleção didática (Figura 1). Dentre os grupos que foram capturados destacam-se os Odonata, popularmente conhecidas por lavadeiras, libélulas, zigue-zague, entre outros (BUZZI, 2005); os Hemiptera com espécies aquáticas e semiaquáticas, conhecidos como percevejos, barbeiros e marias-fedidas. Foram coletados também os Ephemeroptera ou efemérides, cujas ninfas vivem em águas correntes e enquanto adultos tem uma vida aérea muito breve, característica que deriva o nome da ordem, além dos Coleoptera (besouros) e Crustacea, o qual constitui o subfilo de invertebrados de carapaça não muito dura e quebradiça como os camarões e caranguejos. Os quelicerados também foram capturados, sendo estes representados na coleção apenas por ácaros (GULLAN; CRANSTON, 2007; MUGNAI; NESSIMIAN; BAPTISTA, 2010).

Figura 1: Exemplares de macroinvertebrados aquáticos integrantes da coleção didática.



Articulando os macroinvertebrados com o cotidiano dos estudantes

Conforme já salientando, as ações ocorreram em três momentos, sendo que no primeiro houve uma explanação utilizando os slides que caracterizavam os diferentes organismos que compõem os macroinvertebrados aquáticos; no segundo momento a observação da coleção didática juntamente com o jogo e por fim a leitura da cartilha Ciclos.

Ao entrarem em contato com os espécimes da coleção didática, foram emitidos questionamentos pelos estudantes como: “por que esse bicho é um inseto?”; “todos esses animais aí são ruins?”; “para que existem insetos na natureza?”; “é verdade que isso fica lá na cachoeira?”. Tais questionamentos também foram observados em trabalhos realizados por Callisto e França (2012); Nunes et al. (2013) e Amaral et al. (2016), e tais indagações apontam que há nesses sujeitos uma curiosidade ímpar, bem como um desconhecimento da fauna que compõem os ecossistemas aquáticos que cercam esses indivíduos. Tanto a curiosidade quanto o desconhecimento que puderam ser constatados nas observações e questionamentos dos discentes foram utilizados como balizador das nossas ações, sendo que a partir dessas falas foi possível ir ajustando a exposição a fim de atender às questões levantadas. Por meio dos questionamentos foi possível realizar uma sondagem dos conhecimentos prévios dos estudantes acerca da temática, bem como inserir a participação destes por meio da atividade dialogada. Assim, as abordagens e o aprofundamento dos assuntos programados foram desenvolvendo conforme a turma ia interagindo com as atividades, onde priorizamos as questões que emergiram no momento.

Durante o desenvolvimento das ações foi perceptível o interesse manifestado pelos estudantes, visto que muitos desconheciam a presença desses organismos no rio Jiquirçá, a exemplo de libélula (Odonata) em sua forma juvenil, das efemérides (Ephemeroptera) e do pitú (Crustacea) (Figura 2). O entusiasmo, a participação e dimensão afetiva envolvidas em tais atividades contribuem grandemente para a formação de atitudes em educação ambiental (CHAPANI; DAIBEM, 2003). Aproveitando a participação e as observações levantadas pelos estudantes, abordamos também o conceito de bioindicadores de qualidade ambiental, ressaltando temas como a poluição e o papel desses organismos na natureza. Nesse sentido, trazer a comunidade escolar para a discussão dessas questões torna-se fundamental para o desenvolvimento de atitudes críticas e positivas em relação ao meio ambiente local



(PIMENTEL; PAULA; COUCEIRO, 2020). Como exemplo, tem-se o monitoramento participativo realizado por França e Callisto (2020), no qual utilizaram este método com estudantes do ensino básico para avaliar a qualidade ambiental e monitorar a condição ecológica de ecossistemas aquáticos urbanos, de modo que refletissem quanto aos problemas ambientais em sua região, oriundos da crescente urbanização.

Em decorrência da manipulação da coleção didática, foi possível averiguar afirmações como: “ah, então se esses animais estiverem no rio quer dizer que ele tá limpo!”; “esse (pitú) eu já vi no rio que tem perto lá de casa. Vou ver, quando eu chegar, se ainda tem”. Nessas falas observamos que os educandos estavam estabelecendo relações entre o que era apresentado com aquilo que eles possuíam em seu cotidiano. Segundo Rua e Souza (2010), é através do estabelecimento de interações entre aquilo que se aprende na sala de aula e o que o aluno possui em seu dia-a-dia que é possível realizar abordagens contextualizadas e próximas do cotidiano dos discentes. Ao longo do desenvolvimento da atividade foi enfatizado, sobretudo nas explanações, a importância dos organismos apresentados e como os mesmos colaboram efetivamente para a manutenção dos ecossistemas. Acreditamos que é preciso que haja o entendimento de que o estudante só aprende os conteúdos quando lhe é atribuído significados, que tenha conhecimento do fenômeno, o qual proporcionaria uma interação ainda maior com o assunto que lhe é proposto (SENICIATO; CAVASSAN, 2003).

Figura 2: Estudantes observando os macroinvertebrados da coleção didática.



Em seguida foram discutidos em quais ambientes estes animais estão presentes e de que maneira as ações do homem vem contribuindo para a diminuição de diversidade de seres vivos presentes no rio. Quando perguntado aos discentes quais ações

humanas que podem levar a degradação dos ambientes aquáticos, a maioria das respostas estava relacionada ao despejo de lixo e esgotos nos rios. Após estas respostas, foram levantadas outras questões que possibilitassem uma reflexão quanto ao comprometimento dos ecossistemas aquáticos. Em seguida, houveram algumas falas dos estudantes, como: “nossa, não sabia que lavar a moto poderia causar mal para esses animais” (se referindo também aos animais da coleção didática), “então aquele pessoal que vai tirar areia do rio também tá fazendo mal para o rio?!” “nós fazemos muita coisa errada, então.” Durante a atividade surgiram algumas afirmações como “não sabia que esses bichinhos são tão importantes assim” e “vou falar com meu pai que lavar a moto no rio é errado”. Notou-se que o desenvolvimento desta consciência crítica gera uma aproximação dos estudantes à problemática ambiental a qual faz parte da realidade vivenciada pelos mesmos (PIMENTEL, PAULA; COUCEIRO, 2020). Para Jacobi (2005), ações educacionais articuladas com a problemática ambiental devem favorecer uma reflexão e participação mais consciente, que possa questionar o contexto de crise ambiental provocado pelas sociedades atuais.

Assim, foi possível identificar que mudanças conceituais estavam sendo redefinidas pelos estudantes, refletindo na forma com a qual estas crianças enxergam e interagem com a natureza (OLIVEIRA, 2005; WOMMER, 2013). Observamos que houve nos educandos uma ampliação da percepção dos impactos das atividades humanas nos ambientes aquáticos, sobretudo naqueles corpos hídricos que fazem parte do seu cotidiano. A ressignificação acerca de seus conhecimentos prévios frente a esta nova realidade exposta, em que neste processo de compreender e assimilar novas situações pode implicar numa mudança conceitual, o que Pozo (2002) considera como aprendizagem significativa.

Foi questionado aos discentes o que poderia ser feito para amenizar tais impactos ambientais. Algumas soluções indicadas foram: “parar de jogar lixo e fezes no rio”; “não arrancar as árvores próximas ao rio”; “não lavar moto na cachoeira”, dentre outras. Estas respostas estão próximas daquelas obtidas nos trabalhos de Costa-Neto e Silva (2004); Lima et al. (2011); Passos et al. (2011); Vidal e Bacic (2018), permitindo constatar que há de forma geral, um pensamento minimamente conservacionista nestes indivíduos, visto que os mesmos indicaram medidas efetivas para reverter estes impactos ambientais.

Quanto ao conhecimento da biodiversidade aquática local, foi possível averiguar que muitos dos educandos desconheciam a presença dos organismos nos rios



de onde moram e tiveram contato pela primeira vez com estes organismos. Dessa forma foi possível constatar que mesmo os discentes, em sua maioria estando em contato rotineiramente com o rio e as cachoeiras, existem ainda um desconhecimento relacionado aos animais que ali existem. Frente a isso, estamos de acordo com Nunes et al (2013) e Oliveira (2005), no que concerne a necessidade de evidenciar as diferentes formas de vida presente nos diferentes ambientes, a fim de fomentar tanto atitudes quanto uma consciência conservacionista.

Durante a realização do jogo representando o ciclo de vida das libélulas, os discentes demonstraram surpresa ao ver as modificações pelas quais as mesmas passam durante seu desenvolvimento. Falas do tipo “nossa como ela muda de filhote até chegar a adulto!” ou “como ela é esquisita quando é um filhote” foram constantes. Pudemos notar ainda que tais ações educacionais provocaram questionamentos e geraram ideias que podem ser desenvolvidas ao longo de seu processo de escolarização, pelas habilidades e conhecimentos suscitados (DUARTE; DUARTE, 2013). O contato dos estudantes com os organismos aquáticos permitiu uma aproximação entre eles, estabelecendo vínculos e possibilitando uma transposição do abstrato para o concreto, bem como expondo os estudantes aos fenômenos em questão (SENICIATO; CAVASSAN, 2003).

Na última etapa das atividades, foi dedicado um momento para a leitura da cartilha Ciclos. Neste material os estudantes puderam conhecer o ciclo de vida de diversos macroinvertebrados, mostrando informações sobre diferentes espécies. Sua realização foi pensada para ser a última atividade, representando uma culminância das ações, após as explanações orais e os diálogos decorrentes destas e da visualização dos organismos na coleção didática, de modo que os estudantes pudessem, por meio do caráter lúdico da cartilha, do estímulo visual e das ações anteriores, mobilizar os conceitos abordados e assim potencializar a aprendizagem. Percebemos que esta atividade foi bem recebida pelos estudantes, entretanto, em cada escola funcionou de forma diferente. Percebeu-se dificuldades de realização da leitura em alguns estudantes, provavelmente decorrentes do processo de alfabetização, o que foi solucionado pela condução da leitura pelos pesquisadores. Em uma destas escolas, a leitura foi feita em grupo devido ao tamanho da turma enquanto que em outra foi possível realizar de forma individual. Durante esta atividade, diversos estudantes realizaram associações entre os organismos da coleção com alguns dos indicados na cartilha, manifestadas oralmente, evidenciando as construções cogni-

tivas realizadas. Surgiram também perguntas sobre termos desconhecidos por eles, o que foi sendo atendido conforme os questionamentos, possibilitando assim um incremento no vocabulário. Alguns estudantes se interessaram tanto pela cartilha que solicitaram cópias para leituras posteriores.

Observamos por meio desta atividade que os discentes puderam perceber as etapas dos ciclos de vida de muitos organismos, compreendendo assim os fenômenos, sejam das diferentes espécies bem como do ambiente como um todo. Neste sentido, há uma decodificação pelos estudantes dos significados relativos ao meio ambiente e da ecologia nas suas múltiplas abordagens (JACOBI, 2005).

Desta forma, acreditamos que as ações realizadas com os macroinvertebrados contribuiu para uma aproximação dos estudantes com esses organismos e com o ambiente aquático como um todo, de modo que proporcione uma reflexão sobre a vida cotidiana e seus efeitos no ambiente, bem como a necessidade de problematizar e agir em relação aos problemas sociais e ambientais (JACOBI, 2005; FRANÇA; CALLISTO, 2012).

Considerações finais

Por meio das atividades realizadas, foi possível constatar, através das falas e dos questionamentos levantados, que grande parte dos estudantes não apenas desconheciam a biodiversidade de macroinvertebrados presentes nos rios, como também, a importância que estes organismos e os ecossistemas possuem para a manutenção da vida. Por meio das atividades dialogadas, foi possibilitada a reflexão acerca do impacto que a poluição e a degradação ambiental exercem na diversidade biológica local. Percebeu-se também que, após a realização das ações descritas, houve reflexões acerca do tema pelos estudantes, os quais demonstraram estar sensibilizados e estimulados a ter uma nova relação com o rio e com os organismos nele presentes.

Desta forma torna-se evidente a necessidade de ações que além de categorizar a diversidade de organismos presentes em ambientes cada vez mais degradados pela ação do homem, também possibilite a aproximação desta biodiversidade aos alunos do ensino básico. Portanto, enfatizamos que mais ações com este intuito sejam realizadas a fim de demonstrar que tanto existe vida nos ambientes aquáticos quanto é necessário conservá-los.



Aquatic macroinvertebrates go to school

Abstract

Despite many collective efforts, the general population's lack of knowledge about the environment remains in need of attention. This work sought to bring students closer to the biodiversity of the aquatic ecosystems that surround them, in order to reflect on the reality in which they are inserted and contribute to the development of a critical awareness regarding environmental issues. Towards this aim, aquatic macroinvertebrates were used as a teaching tool, under different approaches of biology, ecology and environmental education. Macroinvertebrates were collected from tributaries of the Jiquiriçá River, in the Brazilian state of Bahia, which were subsequently identified and organized into a didactic collection. The collection toured different elementary schools, where educational actions were carried out on organisms through slides, pictures and a booklet. At the end of the actions, it was possible to verify, based on student discourse as well as participation in the activities, a change in perception in relation to aquatic environments and macroinvertebrates. After this contact, the students demonstrated an awareness of the impacts on aquatic ecosystems and, consequently, on the organisms that depend on them.

Keywords: science and biology teaching; zoology; arthropods; environmental education

Agradecimentos

Agradecemos a todas as unidades escolares, gestores, professores e estudantes que participaram destas ações e também às licenciadas Gilda Alves Santos, Janúbia Jesus dos Santos, Rosieli Souza Santos e Simone Cortes Barbosa. Ao IFBAIANO, à PROEX pelo apoio financeiro ao projeto e aos bolsistas via Edital Interno 02/2018 e ao Campus Santa Inês.

Referências

- AGOSTINHO, Ângelo Antônio; THOMAZ, Sidney Magela; GOMEZ, Luiz Carlos. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1 p. 70 – 79, 2005.
- AMARAL, Isabela Schiavon; KUENTZER, Mônica; MUNHOS, Alison; BOBROWSKI, Vera Lúcia. A importância do resgate dos conhecimentos prévios e atividades práticas no ensino sobre insetos. **Revista Educar Mais**, v. 1, n. 1, p. 127-134, 2016.
- ARAÚJO, Raiana Cristina Simião; SOUSA, Paula Oliveira; LIMA, Gerciane dos Santos; CARVALHO, José Augusto Rodrigues de; ROCHA, Thiara Lopes. Entomologia na escola: recursos práticos para o ensino sobre insetos. **Educação Ambiental em Ação**, 68, 2019. <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3707>

VIDAL, Emerson Pessoa; BACIC, Marcia Cristina. O desenho de observação e a construção do conceito de inseto: estudo de caso com alunos do ensino fundamental. **Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, V. 4, p. 1-15, 2018.

BEGHELLI, Frederico Guilherme de Souza; CARVALHO, Miyuki Elsa Kunisawa; PECHE FILHO, Afonso; MACHADO, Fernando Henrique; MOSCHINI-CARLOS, Viviane; POMPEO, Marcelo; RIBEIRO, Admilson Irio; MEDEIROS, Gerson Araújo. Uso do índice de estado trófico e análise rápida da comunidade de macroinvertebrados como indicadores da qualidade ambiental das águas na Bacia do Rio Jundiá-Mirim – SP – BR. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 19, n. 1, p. 13-22, 2015. DOI: <https://doi.org/10.14210/bjast.v19n1.p13-22>

BUZZI, José Zundir. **Entomologia didática**. 4 ed. Curitiba: Ed. UFPR, 2002. Reimpressão, 2005.

CALLISTO, Marcos; FRANÇA, Juliana. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água: experiências em educação ambiental e mobilização social. **Revista Extensão**, v. 2, n. 1, p. 200 - 241, 2012.

CARVALHO, Emerson Machado de; CHACUR, Mônica Mungai; MANSUR, Cynthia de Barros; PEREIRA, Nathaskia Silva; ITO, Mieko Nagato; NAKAGAKI, Jelly Makoto. Ecologia de ambientes aquáticos em extensão: experiências do grupo de pesquisa em ecologia e biologia de invertebrados – EBI/UEMS. **Realização**, v. 3, n. 5, p. 109 – 124, 2016. <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/realizacao/article/view/6364/3322>

CHAPANI, Daisi Teresinha; DAIBEM, Ana Maria Lombardi. Educação ambiental. Ação-reflexão no cotidiano de uma escola pública. In: TALAMONI, Jandira L.B.; SAMPAIO, Aloísio Costa. **Educação ambiental: da prática pedagógica à cidadania**. São Paulo: Escrituras Editora, 2003.

DAGOSTIN-GOMES, Ismael; GIASSI, Luciano; MATTOS, Ana Sônia; VOLPATO ALVES, Anderson; NIEHUES, Rosivete Coan; FORMIGONI de LUCA, Antonio. Extensão universitária e biodiversidade: promovendo educação ambiental nas Encostas da Serra Geral – sul de Santa Catarina. **Revista ELO – Diálogos Em Extensão**, v. 6, n. 2, p. 50 -55, 2017. <https://doi.org/10.21284/elo.v6i2.260>

DUARTE, Ana Cristina; DUARTE, Josmar Barreto. Laboratório móvel de ciências naturais. In: **Aprendendo e ensinando ciências: práticas vivenciadas em um projeto de difusão científica**. CHAPANI, Daisi Teresinha; DUARTE, Ana Cristina; SOUZA, Marcos Lopes (Organizadores). 1ª ed. São Paulo, Escrituras Editora, 2013.

FRANÇA, Juliana; CALLISTO, Marcos. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água: experiências em educação ambiental e mobilização social. **Revista da Pró-Reitoria de Extensão do Recôncavo da Bahia**, 2, 197-206, 2012.

FRANÇA, Juliana; CALLISTO, Marcos. Monitoramento participativo de águas urbanas nas bacias dos rios Paraopeba e Velhas, MG. In: FRANÇA, Juliana; CALLISTO, Marcos. **Monitoramento participativo de rios urbanos por estudantes-cientistas**. Belo Horizonte: J. S. França, 2019. DOI: 10.17648/ufmg-monitoramento2019-7

FRIGO, Fernando; SALVADOR, Nemésio Neves Batista; GORNI, Guilherme Rossi. Contribuição ao biomonitoramento do rio Jacaré Guaçu-SP por meio de indicadores macroinvertebrados aquáticos. **Geoambiente Online**, v., n. 35, p. 142-162, 2019. <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i35.58752>

GOULART, Michael Dave C.; CALLISTO, Marcos. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1, 2003, p. 153- 164.



GULLAN, P. J.; CRANSTON, O. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. São Paulo: Roca, 2007.

JACOBI, Pedro Roberto. Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 233-250, 2005.

KIKUCHI, Regina Mayumi; UIEDA, Virgínia Sanches. Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no Município de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Entomol. Vectores**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 193-231, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0328-03812005000200006>

KOLBERT, Elizabeth. **A sexta extinção**. Rio de Janeiro: Editora Intrínseca, 2015.

KRASILCHIK, Mirian. Prática de ensino de biologia. São Paulo, Edusp, 2004.

LIMA, Rodrigo Lucas de; BARROS, Waleska Isabelle Tomaz dos Santos; SILVA, Márcia Gorette Lima; ALMEIDA, Elineí Araújo de. Diagnóstico acerca de concepções sobre insetos expressas por alunos do ensino fundamental II. In **Anais... VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Campinas, São Paulo, 5 e 9 de dezembro de 2011.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: E.P.U. 1986.

MAIA, Marcos Felipe Gonçalves; GIOVANNINI, Baldur Rocha; OLIVEIRA, Etienne Fabbrin Pires. Desenho e escrita no ensino de biologia: uma experiência a partir da extensão universitária. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 12, n. 2, p. 135-147, 2019. <https://doi.org/10.46667/renbio.v12i2.191>

MUGNAI, Riccardo; NESSIMIAN, Jorge Luiz; BAPTISTA, Darcilio Fernandes. **Manual de identificação de invertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010.

NUNES, Paulo Roberto Alves; PERAZZO, Giselle X.; DONCATO, Kennia Brum; MAZZINI, Thaís E. Flores; PERAZZO, X. G. Insetos aquáticos do pampa gaúcho: uma coleção real e virtual para auxílio no estudo da entomologia aquática regional. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 3, n. 1, 2013. <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/62535>

OLIVEIRA, Monica. Escola do futuro: perspectiva dos alunos de 1.º ciclo do ensino básico. **Revista Saber & Educar**, n. 24, p. 1-11, 2018.

OLIVEIRA, Silmara Sartoreto de. Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados. **Educar**, v.26, n. 1, p. 233-250, 2005.

PACIENCIA, Gabriel de Paula; FURTADO, Carlos Henrique; SOUZA, Franciely Santos Teodoro; SOUTO, Allysom Winícius Prado; GAVA, Aline Patrícia de Paula. A utilização dos macroinvertebrados aquáticos de riachos do município de Vilhena – RO na confecção de cartilhas de Educação Ambiental. **Revista Monografias Ambientais - REMOA** v.14, n.1, 2015, p.176 – 182. <https://doi.org/10.5902/2236130814936>

PASSOS, Eliana Maria dos.; RIBEIRO, Genésio Tâmara.; PODEROSO, Júlio César Mello; CRISTIANO, Cristiano Cunha; GOMES, Laura Jane. Os insetos na concepção dos alunos e professores de ciências de diferentes realidades do município de Itabaiana-SE. **Educação Ambiental em Ação**, v. 10, n. 36, 2011. <http://www.revistaeea.org/artigo.php?idartigo=1041>

PIEDRAS, Sérgio Renato Noguez; BAGER, Alex.; MORAES, Paulo Roberto Rocha.; ISOLDI, Loraine André; FERREIRA, Otoniel Geter Lauz; HEEMANN, Christiane. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.494-500, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000200020>

PIMENTEL, Diego Ramos; PAULA, Carla da Silva; COUCEIRO, Sheyla Regina Marques. O uso de macroinvertebrados aquáticos como ferramenta de educação ambiental em uma escola municipal de Santarém, Pará. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**, 7(1), p. 1 - 12, 2020. <https://doi.org/10.47401/revisea.v9i1.13123>

POZO, Juan Ignacio. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem**.1.ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

PRIMACK, Richard B.; RODRIGUES, Efraim. **Biologia da conservação**. Editor Efraim Rodrigues, 2001.

QUEIROZ, Luciano; MERLIN, Marco. **Ciclos**. São Paulo: wordPress, 2019. <https://www.lucianoqueiroz.com.br/ciclos/>

RUA, Emílio R.; SOUZA, e Paulo Sérgio Alves de. Educação ambiental em uma abordagem interdisciplinar e contextualizada por meio das disciplinas química e estudos regionais. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 95-100, 2010.

SENICIATO, Tatiana; CAVASSAN, Osmar. Para além da razão: reflexões sobre o papel das emoções e das aulas de campo em ambientes naturais no ensino de ciências e em Educação Ambiental. In: TALAMONI, Jandira L.B.; SAMPAIO, Aloísio Costa. **Educação ambiental: da prática pedagógica à cidadania**. São Paulo: Escrituras Editora, 2003.

SILVA, Thiala Fernandes da Paz; COSTA-NETO, Eraldo Medeiros. Percepção de insetos por moradores da comunidade Olhos D'Água, município de Cabaceiras do Paraguaçu, Bahia, Brasil. **Boln. S.E.A.**, v.1, n.35. p. 261-268, 2004.

TRIPLEHORN, Charles A.; JOHNSON, Norman F. **Estudo dos insetos**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

TUNDISI, José Galizia.; TUNDISI, Takako Matsumura. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

WIRZBICKI, Sandra Maria; BOFF, Eva Teresinha de Oliveira.; PINO, Jose Cláudio Del. Educação ambiental como eixo norteador dos conteúdos de ciências. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 22-35, 2015. <https://doi.org/10.18675/2177-580X.vol10.n2.p22-35>

WOMMER, Fernanda Gabriela Bitencourt. **Coleções biológicas como estratégia para a educação ambiental**. Monografia de especialização, UFSM, 2013, 45p.



Desvendando os segredos das escovas progressivas: Um relato de experiência do uso do alisamento capilar como temática de ensino e aprendizagem para alguns conceitos de ligações químicas

Jailton de Souza-Ferrari*, Cíntia Pereira da Silva**

Resumo

O uso de estratégias de ensino que possam contextualizar conteúdos escolares com a realidade dos discentes tem se tornado em uma abordagem importante no processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, este trabalho explora uma temática sobre o uso de produtos químicos em procedimentos de alisamento capilar por escova progressiva, para aprendizagem contextualizada de conteúdos sobre ligações químicas, bem como sobre os potenciais riscos à saúde nesses procedimentos estéticos. O objetivo inicial foi instigar a curiosidade pelas Ciências da Natureza e, em especial, aos conhecimentos de Química utilizados para entendimento dos processos de alisamento. Para isso, esta intervenção fez uso de avaliações através de questionários antes e após as atividades didáticas, sondando o entendimento e a assimilação pelos discentes a respeito de alguns conceitos de ligações químicas que foram contextualmente abordados na palestra: “*Química na cabeça - Desvendando os segredos das escovas progressivas.*” Participaram 42 alunos do 3º ano do Ensino Médio que estudavam em três escolas públicas do município de Campo Formoso – BA. A experiência vivenciada permitiu perceber que a abordagem associando a contextualização de alguns tópicos de ligações químicas com o procedimento estético de alisamentos capilar mostrou-se profícua e potencialmente útil para incursões didáticas de aprendizagem contextualizada no ensino médio.

Palavras-chave: Contextualização. Ligações Químicas. Alisamento Capilar.

* Doutor em Química Orgânica pelo PPGQ do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Professor Associado de Química Orgânica do Departamento de Química da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Brasil. E-mail: jferrari@quimica.ufpb.br e/ou jailtonferrari@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7757-7209>

** Graduada em Ciências da Natureza (Licenciatura) pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Campus de Senhor do Bonfim, Senhor do Bonfim, Brasil. Professora do Ensino Fundamental. E-mail: cintiapereira716@gmail.com

<https://10.5335/rbecm.v5i2.13074>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em: 20/10/2021; Aceito em: 01/12/2022

ISSN: 2595-7376



Introdução

O ensino de disciplinas relacionadas às Ciências da Natureza tem experimentado ao longo da história ajustes em seus currículos e em seus conteúdos, buscando atender, preponderantemente, a construção de um processo de ensino e aprendizagem destas disciplinas nos vários níveis escolares em que elas estão inseridas e requeridas na formação. Na esteira desta conjuntura histórica, o ensino de Química, de Física e de Biologia na educação formal no Brasil tem também participado desse intrincado e complexo processo de reformas e inovação (KRASILCHIK, 2000). Neste particular, a análise de aspectos associados as normas legais, aos recursos didáticos, as temáticas de programas de cursos, aos métodos de avaliação e as pesquisas relacionados aos currículos compuseram um arcabouço de discussão importante na evolução e inovação no ensino de Ciências Naturais no Brasil (KRASILCHIK, 2000). Os resultados advindos destes e de outros esforços no Brasil e no mundo no campo do ensino de Ciências Naturais contribuíram para (i) o entendimento/discussão sobre a aprendizagem conceitos científicos; (ii) o desenvolvimento de novas estratégias de ensino de Ciências; (iii) a produção de materiais didáticos inovadores; e para (iv) o entendimento/discussão do papel da linguagem e da motivação em discentes de diferentes faixas etárias (FENSHAM, 2004). Além disso, muito provavelmente, consubstanciaram a emersão de um campo do conhecimento educacional que nos dias de hoje tem sido comumente conhecido como o Ensino de Ciências (KRASILCHIK, 2000; FENSHAM, 2004).

No Ensino de Ciências um dos principais eixos de investigação científica e de atuação educacional é o desenvolvimento e entendimento do processo de ensino e aprendizagem dos conceitos científicos inerentes a este campo do conhecimento de modo a instrumentalizar os discentes no entendimento das mais diversas situações do seu dia a dia (SASSERON; CARVALHO, 2011). Em linha com esta perspectiva, a aprendizagem significativa, enquanto teoria de aprendizagem, tem sido uma frente de intenso debate no Ensino de Ciências. A teoria de aprendizagem significativa foi desenvolvida por David Ausubel na segunda metade do século passado (AUSUBEL et al., 1980). Os aspectos fundamentais que norteiam o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem em uma abordagem significativa são governados pela (i) potencialidade do material didático adotado ser significativo na aprendizagem; (ii) pela predisposição do aluno em aprender significativamente os conteúdos apresen-



tados; e, principalmente, (iii) pela existência na estrutura cognitiva do(a) discente de conhecimentos prévios que consubstanciem a aprendizagem promovendo-a de forma não arbitrária e substantiva (LEMOS, 2011; FELICETTI; PASTORIZA, 2015).

O Ensino de Química, que pode ser também entendido como parte integrante do Ensino de Ciências, tem assumido ao longo dos anos um papel estratégico como plataforma do processo de ensino e aprendizagem na formação do pensamento crítico das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente. O dimensionamento do Ensino de Química nesta perspectiva o inseriu como força motriz importante no Ensino de Ciências, sobretudo como importante ferramenta subsidiária para o desenvolvimento científico, cultural e social dos discentes nos seus mais diferentes níveis de formação (KRASILCHIK, 2000; CASTRO, 2005). A despeito de tudo isso e, também, frente as constantes transformações do Ensino de Ciências e de Química inerente a incorporação de novos achados, conceitos e (re) interpretações da realidade, o ensino desses campos do conhecimento humano tem sido tratado, tradicionalmente, como uma coleção de fatos e enunciados de teorias para a descrição de fenômenos naturais. Assumindo muitas vezes uma abordagem expositiva e compartimentalizada em contramão à aprendizagem alinhada a significados e significativa para o discente como aquela preconizada pela teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Esta abordagem mecânica do processo ensino-aprendizagem desenvolve, por consequência, um fatídico desestímulo nos discentes para uma discussão real das causas dos fenômenos e dos mecanismos dos processos que estão estudando no Ensino de Ciências (e também de Química), desvencilhando a aprendizagem de significados da sua realidade e cotidiano (WARTHA et al., 2013). Por conseguinte, os discentes ficam bastante limitados aos “produtos da Ciência”, tornando-se, muitas vezes, meros receptores de informações (KRASILCHIK, 1987). Nesse contexto, talvez, um desafio ainda atual da educação em Ciências (e também em Química) seja a construção de uma prática pedagógica que perpassasse a transposição mecanicista de conteúdos e que encurte a distância destes conteúdos às realidades dos discentes, permitindo a construção de um processo de aprendizagem contextualizada e significativa alicerçada em conteúdos vinculados a aspectos de suas realidades (KRASILCHIK, 2000).

A perspectiva de aprendizagem potencialmente significativa de conteúdos de Ciências (e de Química) alinhada a temas contextualizados e vinculados a realidade dos(as) discentes pode oferecer uma excelente estratégia para o processo ensino-

-aprendizagem (WARTHA et al., 2013; SILVA; BIERHALZ, 2017; RABER et al., 2017). O emprego de estratégias desta natureza para o Ensino de Química está também alinhado as Orientações Curriculares para o Ensino Médio que delineia a necessidade de assegurar aos discentes uma formação que articule eixos do conhecimento químico a temáticas vinculadas às suas realidades (BRASIL, 2006). Ademais, o emprego da aprendizagem contextualizada como ferramenta didático-pedagógica no Ensino de Química, pode estabelecer, inclusive, uma melhor consonância entre o ensino e as expectativas curriculares oficiais previstas nos textos legais para este campo do conhecimento como, por exemplo, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002). Norteador o Ensino de Química para uma percepção do mundo e da realidade menos fragmentada e mais articulada às questões sociais e cotidianas em que os(as) discentes estão inseridos (BRASIL, 2012).

No contexto destas asserções, o trabalho aqui descrito consiste em um relato de experiência em sala de aula vivenciado a partir de uma abordagem contextualizada sobre alguns conceitos presentes nos conteúdos de ligações químicas para discentes de três turmas do terceiro ano do Ensino Médio de três diferentes escolas públicas estaduais do mesmo município, Campo Formoso (Bahia). Nesta experiência empregou-se uma abordagem temática sobre as ligações químicas envolvidas no processo de alisamento capilar com escovas progressivas (com formol e tioglicolato de amônio), mostrando o funcionamento e alertando sobre os perigos da utilização inadequada desses procedimentos estéticos capilares. Buscou-se com esta abordagem: (i) identificar os conhecimentos prévios dos(as) discentes participantes desta investigação sobre a temática alisamento capilar e suas correlações com ligações químicas; (ii) investigar se o processo de ensino e aprendizagem de conceitos sobre ligações químicas para os(as) discentes poderia ser melhorado e contextualizado a partir de uma temática mais próxima de sua realidade; e, por fim, (iii) promover a conscientização sobre os riscos advindos do uso inadequado de procedimentos estéticos de alisamento capilar que tem sido utilizados cada vez mais precocemente por jovens.

Ligações químicas, do fio de cabelo à contextualização

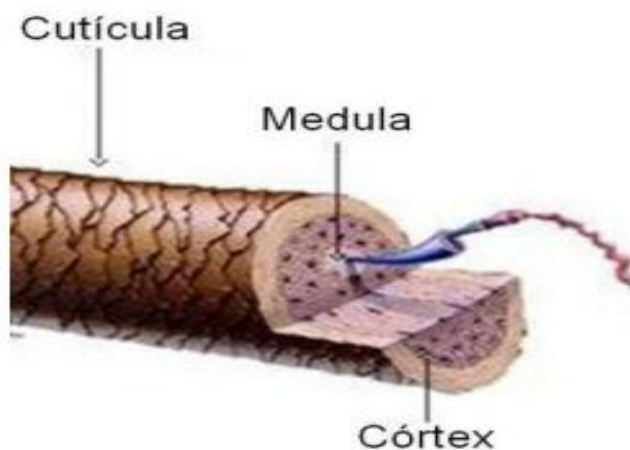
O conhecimento não é um objeto achado, e sim uma construção, assim como edifícios e computadores. Essa construção do conhecimento (aprendizagem) é realizada



pelo(a) discente e não causada diretamente pelos(as) professores(as), estes(as) são vistos(as) como guias que mostram o caminho, os(as) incentivadores(as) e exemplos aos(as) seus(suas) estudantes (BRAATHEM, 2012). Sendo assim, a aprendizagem potencialmente significativa é o processo no qual a estrutura cognitiva do(a) discente se relaciona com um novo conhecimento, de forma substantiva e não arbitrária, para adquirir e guardar uma vasta quantidade de informações em qualquer campo de conhecimento (MOREIRA; MASINI, 2001).

Na aprendizagem significativa ocorre a incorporação de conhecimento novo na estrutura cognitiva, que pode ser associado a um conhecimento prévio, já existente nessa estrutura cognitiva e que seja relevante. É nessa interação que o conhecimento prévio é modificado e ganha novos significados (BRAATHEM, 2012). Dentro deste contexto de aprendizagem e buscando agregar significação a conteúdos trabalhados em sala de aula, em especial àqueles voltados para as Ciências Naturais (como a Química), que abordagens e/ou sequências didáticas contextualizadas às realidades dos(as) discentes como, por exemplo, a estética humana, têm ganhado recente atenção de alguns pesquisadores (SILVA; BIERHALZ, 2017; BORGES et al., 2018). Neste particular, o estudo dos fios de cabelo, sua estrutura química, bem como, os processos empregados para seu alisamento podem oportunizar uma frutífera temática de (re)aprendizagem contextualizadas de conteúdos químicos, como, por exemplo, tópicos sobre ligações químicas.

Os fios de cabelos são formados por um tipo de proteína chamada α -queratina, que é formada por uma sequência de 15 a 22 tipos de aminoácidos, principalmente a cisteína. Cada fio nasce de uma estrutura da pele chamada folículo piloso, local onde fica a raiz do cabelo (GOMES, 1999; KOHLER, 2011). Cada fio de cabelo possui três partes (Figura 1). A parte mais interna, que funciona como se fosse o centro do fio, é chamada medula. Sua presença ao longo do fio, geralmente é descontínua ou até mesmo ausente (GOMES, 1999; NOGUEIRA, 2003). Circundando a medula, existe uma camada chamada córtex. Essa estrutura é responsável pela elasticidade e resistência do fio de cabelo. É no córtex onde está presente a melanina e onde também ocorrem as transformações do cabelo, através da formação ou quebra das ligações químicas na sequência de aminoácidos. (GOMES, 1999; NOGUEIRA, 2003). Em outras palavras, é no córtex onde se situam as ligações químicas que sofrem transformações nos fios de cabelo, são elas: as ligações de hidrogênio, as ligações iônicas e as ligações de pontes de dissulfeto.

Figura 1: Estrutura do fio de cabelo

Fonte: AMIRALAN; FERNANDES, 2017.

Ligações de Hidrogênio: ocorre entre um átomo de hidrogênio de um grupo hidroxila, -OH, proveniente de um aminoácido específico e o átomo de oxigênio do grupo carbonila proveniente de outro aminoácido. Essas ligações também podem ocorrer com outros átomos (N, S, P etc.). São consideradas ligações relativamente mais fracas que as iônicas ou covalentes, desfazem-se com a simples ação da água, são numerosas e significativas para a estabilização da estrutura da proteína. Por isso, é mais fácil modificar a forma do cabelo quando ele está molhado, pois essas ligações são desfeitas (ABRAHAM et al., 2009; KOHLER, 2011).

Ligações iônicas: algumas cadeias de polipeptídios possuem grupos ácidos e outros básicos, podendo formar espécies iônicas. Essas ligações podem ser rompidas pela simples ação da água quando o cabelo é umedecido. É um tipo de ligação química baseada na atração eletrostática entre dois íons de cargas opostas. São um pouco mais resistentes que as ligações de hidrogênio, porém podem ser desfeitas com a utilização de produtos alcalinos com pH acima de 10 ou ácidos com pH abaixo de 2 (KOHLER, 2011).

Ligações de pontes de dissulfeto: são ligações fortes e responsáveis pela rigidez e insolubilidade da proteína estrutural presente nos fios de cabelo, a queratina. Atribuem-se essas características a queratina em função da grande quantidade de cistina em sua constituição, um aminoácido que contém dois grupos amino e

dois grupos carboxila e é formado pela junção de duas unidades de cisteína. Esses aminoácidos sulfurados na queratina podem promover a formação de ligações covalentes do tipo ponte de dissulfeto entre cadeias polipeptídicas aumentando a sua rigidez e tenacidade. Essas ligações são rompidas em procedimentos estéticos do tipo alisamento e/ou permanente, quando então são usados produtos como tioglicolato de amônio ou os cremes alcalinos para alisamento com pH acima de 10 (GOMES, 1999; KOHLER, 2011).

A forma do cabelo pode ser modificada quando estas ligações são rompidas. O fio de cabelo pode ter sua forma modificada quando ocorre quebra de ligações iônicas ou de ligações covalentes como as pontes de dissulfeto (GOMES, 1999).

A cutícula é a parte mais externa do fio de cabelo. As células que as formam são chamadas de escamas (extremamente pequenas e incolores). Elas são unidas por um cimento intercelular rico em lipídios, sobrepondo-se umas às outras, formando camadas de três a dez células. A cutícula é a parte mais exposta do fio, ficando susceptível aos ataques diários (poeira, vento, sol etc.) e as propriedades químicas dos cosméticos. Tem a função de proteger o córtex e regular o ingresso e egresso de água, o que permite manter as propriedades físicas da fibra (NOGUEIRA, 2003).

A cabeleira normal é constituída por cerca de 10^5 a $1,5 \times 10^5$ fios de cabelo, correspondendo a uma superfície de aproximadamente seis metros quadrados. Compreende-se, sob esse aspecto, as dificuldades e a complexidade de produtos para remoção de sujidades para obtenção de perfeita limpeza, e que ainda proporcionem aos cabelos: leveza, brilho e suavidade ao pentear (NOGUEIRA, 2003). Os principais elementos químicos que fazem parte da constituição do cabelo são carbono (43%), oxigênio (29%), nitrogênio (15%), hidrogênio (6%), e enxofre (4%). Além desses, ferro, cobre, zinco, iodo, cobalto e alumínio correspondem, aproximadamente, aos 3% restantes da composição (KOHLER, 2011; AMIRALIAN e FERNANDES, 2017).

Os tipos de alisamentos são classificados de acordo com as formulações. Os constituintes químicos responsáveis pela sua ação e presentes em alisantes são: (a) hidróxido de sódio – tido como o mais eficiente, no entanto é muito agressivo aos cabelos; (b) hidróxido de guanidina – considerado de perfil intermediário, tanto em relação à eficiência quanto a possíveis danos; (c) tioglicolato de amônio – um sal do ácido tioglicólico que posto como o menos nocivo aos fios, porém o que menos alisa; e (d) formaldeído – presente em algumas formulações, mas não é diretamente o responsável pelo alisamento, no entanto, sob certas condições de uso, promove uma

plastificação nos fios, ajudando na selagem das cutículas. Além desses constituintes é possível ainda encontrar no mercado de cosméticos produtos à base de hidróxido de lítio, hidróxido de potássio, hidróxido de cálcio, hidróxido de magnésio, dentre outros (GOMES, 1999; BÁRBARA e MIYAMARU, 2008; KOHLER, 2011).

A “escova progressiva” é uma técnica de alisamento capilar químico que tem como objetivo quebrar temporariamente a estrutura dos cabelos e reconstruí-la na forma desejada através do uso de insumos químicos (ABRAHAM et al, 2009). É semelhante à “escova definitiva”, ao “alisamento japonês” e à “escova francesa”, mas com quantidades e periodicidades diferentes dos insumos químicos empregados. A denominação “escova progressiva” tem correlação com a ação progressiva que é atribuída a este procedimento. Quanto mais aplicações realizadas o efeito tende a melhorar. Essa técnica de alisamento capilar tem sido associada ao uso de alguns compostos químicos no procedimento, tais como: os tioglicolatos de amônio ou etanolamina (MIRANDA-VILELA et al., 2014). Neste particular, em geral, inexistente o conhecimento das consequências do uso inadequado desses produtos, tanto pelos consumidores, quanto por alguns profissionais de estética capilar que não sabem explicar suficientemente a composição dos materiais utilizados (KOHLER, 2011).

O alisamento com o formol – uma solução aquosa de formaldeído – é um processo rápido que deixa os fios com brilho intenso. O formaldeído se liga às proteínas da cutícula e aos aminoácidos hidrolisados a partir da queratina, formando um filme endurecedor ao longo do fio, impermeabilizando-o e mantendo-o rígido e liso. O fio torna-se sensível à quebra, em consequência dos traumas do dia a dia, como pentear e prender os cabelos (MIRANDA-VILELA et al., 2014). O problema maior da utilização desse composto em escovas progressivas decorre de sua alta volatilidade durante a aplicação quando então é aquecido pela escova e a chapinha. Esse procedimento pode favorecer a inalação de quantidades razoáveis de formaldeído, tanto por quem aplica como por quem se submete ao tratamento estético. Para atingir o efeito esperado, o formaldeído é normalmente empregado nas preparações em concentrações superiores a 20%, o que está em completo desconhecimento com a legislação vigente no Brasil (BRASIL, 2009).

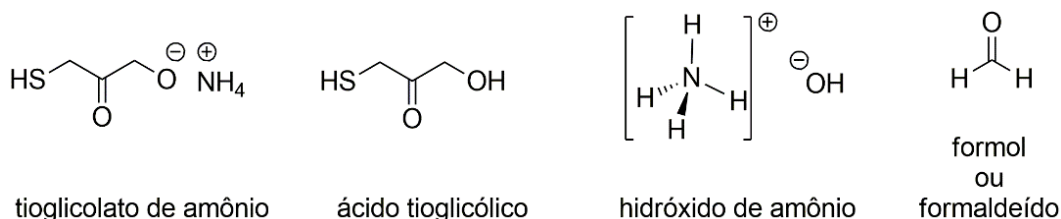
Muitas das ligações que o formaldeído estabelece com as proteínas dos fios são quebradas facilmente pela simples lavagem. No entanto, a reação mais importante em que o formaldeído participa da nova reestruturação do fio de cabelo é a adição do grupo tiol (- SH) à carbonila do aldeído (formaldeído) formando ligações covalentes



fortes (PINHEIRO, 2004), inserindo-se, dessa forma, um grupo metileno entre os dois átomos de enxofre da ponte dissulfeto, uma etapa do processo de alisamento que os cabeleireiros normalmente denominam como neutralizante (KOHLE, 2011).

O alisamento com tioglicolato de amônio, um sal formado a partir do ácido tioglicólico e o hidróxido de amônio (Figura 2), promove ação direta sobre o grupo tiol (R-SH). Ele tem sido um dos constituintes químicos mais presentes nos procedimentos de alisamento capilar utilizados no Brasil em pH entre 9 e 9,5. O procedimento com tioglicolato de amônio tem sido descrito como um alisamento mais suave quando comparado àqueles que fazem uso direto de constituintes químicos do tipo hidróxidos. A eficiência de ação deste constituinte no alisamento pode estar intimamente relacionada ao pH da solução que é empregada. Por outro lado, no pH de trabalho para estes procedimentos (entre 9 e 9,5) há forte produção de amônia a partir do tioglicolato de amônio e, por isso, quanto maior for a sua concentração, mais forte será o odor e a potencial irritação provocada pela amônia nas pessoas que utilizam esse tipo de alisamento (ABRAHAM et al., 2009).

Figura 2: Exemplos de espécies químicas empregadas em alisamento capilar

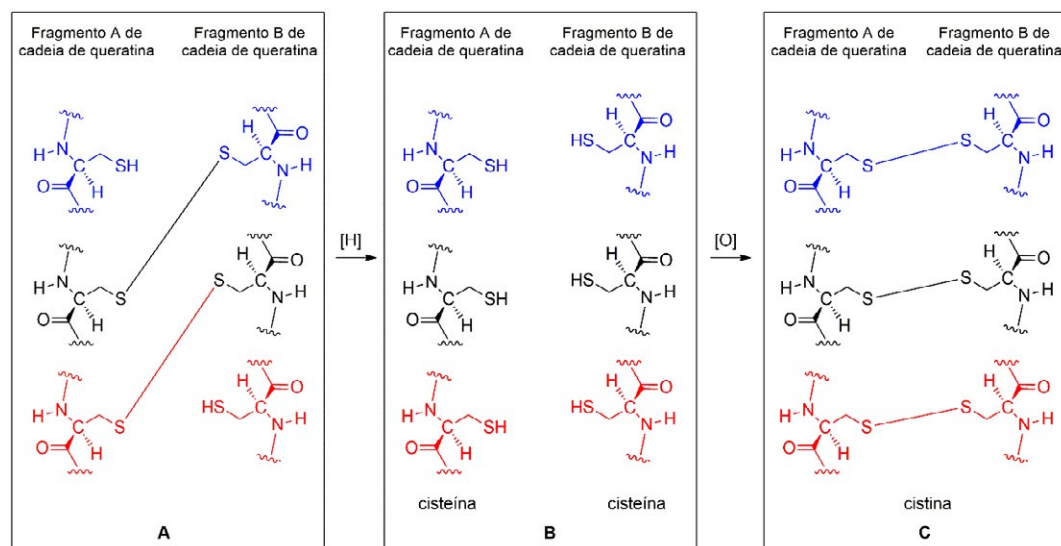


Fonte: Autores.

O processo de alisamento com tioglicolato de amônio pode ser dividido em duas fases. Na primeira fase aplica-se aos cabelos uma loção contendo ácido tioglicólico, que é um agente redutor. Esse ácido quebra as pontes de dissulfeto (Figura 3, de **A** para **B**) reduzindo-as a grupos -SH, separando as cadeias de aminoácidos que estruturam e, particularmente, enovelam a queratina dando aspecto nativo da fibra capilar. O produto aplicado ao cabelo deve agir em torno de 10 a 45 minutos. Durante esse tempo, as ligações do tipo dissulfeto nas unidades de cistina sofrem redução (formando grupos sulfridrilas, S-H) e, em conjunto com a ação do secador e chapinha, permitem um relaxamento mecânico da estrutura da proteína queratina na estrutura dos fios capilares (MIRANDA-VILELA et al., 2014). Na segunda

fase é aplicado nos fios de cabelo um agente oxidante, comumente chamado de “neutralizante” pelos profissionais de salão de beleza, mas que de fato é peróxido de hidrogênio (H_2O_2). O peróxido de hidrogênio é usado com intuito de promover a oxidação da cisteína. Essa etapa é fundamental para a regeneração das ligações do tipo dissulfeto em subunidades do tipo cistina, e para que o cabelo assuma a nova forma após o tratamento estético (Figura 3, de **B** para **C**).

Figura 3: Representação do rompimento e reestruturação das ligações dissulfeto na queratina



Fonte: Autores.

O tioglicolato de amônio, apesar de ser considerado como um constituinte relativamente seguro nas preparações para alisamento capilar, possui registros na literatura de acometimentos de dermatite alérgica de contato e irritações na pele pelo seu uso nestes procedimentos (ABRAHAM et al., 2009). Por outro lado, um concorrente do tioglicolato de amônio nestes procedimentos tem sido hidróxido de sódio, o qual, sob quaisquer condições de não observância de segurança, pode danificar os cabelos, produzir queimaduras no couro cabeludo e se atingir os olhos pode até mesmo causar cegueira. Em função disso, é um produto de uso restrito a profissionais bem treinados, produzindo um alisamento químico permanente e de máxima eficiência (KOHLE, 2011). Porém, na medida que os fios de cabelos crescem naturalmente torna-se necessário a repetição periódica desse processo, tendo

em vista que a partir da raiz dos fios são mantidas as ligações químicas do tipo ponte de disulfeto no padrão natural de cada indivíduo (ABRAHAM et al., 2009).

A despeito de todos os possíveis benefícios estéticos alegados pelos(as) usuários(as) dos procedimentos de tratamento capilar do tipo escovas progressivas (alisamento), faz-se bastante necessário a contínua observação dos perigos associados ao uso de substâncias químicas sem a expressa recomendação ou vigilância de um profissional de saúde. Essas observações cabem tanto aos(as) usuários(as) dos procedimentos estéticos capilares, quanto aos(as) profissionais de salões de beleza que se expõem à manipulação de diversas substâncias em suas rotinas de trabalho (ABRAHAM et al., 2009). Nesses procedimentos, a mistura que é aplicada ao cabelo, em geral, possui substâncias potencialmente carcinogênicas como, por exemplo, o formaldeído (MIRANDA-VILELA et al., 2014). Ademais, a concentração empregada de algumas destas substâncias para obter-se um cabelo alisado é uma medida que, muitas vezes, não é conhecida pelos usuários, pois seu preparo é realizado de acordo com o tipo de cabelo de cada cliente.

A legislação brasileira, no que tange a comercialização do formol, é regulamentada principalmente pela resolução RDC 36 de 17 de junho de 2009 da ANVISA (BRASIL, 2009). Nessa resolução a comercialização de formol em estabelecimentos como, por exemplo, drogarias, farmácias e supermercados é proibida visando, claramente, restringir o acesso ao formol e reduzir o seu desvio para uso em procedimentos estéticos de alisamento capilar (BRASIL, 2009). Além disso, nessa resolução, é também recomendado que os(as) consumidores(as) e usuários(as) verifiquem a partir dos rótulos se os produtos utilizados mantêm registros na ANVISA ou no Ministério da Saúde.

Metodologia

Este trabalho descreve um relato de experiência das atividades didáticas desenvolvidas a partir de uma abordagem contextualizada sobre alguns conceitos relacionados a ligações químicas presentes na temática alisamento capilar com escovas progressivas.

A experiência aqui descrita foi vivenciada por três turmas do terceiro ano do ensino médio de três diferentes escolas públicas visitadas, perfazendo um total de 42 discentes participantes que voluntariamente responderam aos questionários. Essas

escolas estão localizadas na zona urbana do município de Campo Formoso, situado na porção norte da Chapada Diamantina no estado da Bahia. Os critérios adotados para a participação dos(as) 42 discentes na intervenção foram: (i) matrícula na turma de terceiro ano visitada em uma das três escolas participantes; e (ii) o interesse e a disponibilidade espontânea de cada um(a) deles(as) em participar da atividade expressa por meio de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Além disso, o trabalho realizado foi autorizado tanto pela Comitê de Ética e Deontologia em Estudos e Pesquisas, como pelo Comitê de Ética em Pesquisa da universidade.

Do ponto de vista metodológico, este trabalho partiu da premissa que a pesquisa pode ser considerada como toda atividade que visa a solução de problemas através de ações de buscas, indagações e investigações. Neste contexto, a pesquisa pode ser considerada uma atividade, no âmbito da ciência, que permite elaborar um conhecimento ou um conjunto de conhecimentos, que poderão auxiliar na compreensão da realidade e orientar novas ações (PÁDUA, 2004). Em linha com esta premissa, e com intuito de estudar o impacto na aprendizagem significativa sobre conceitos de ligações químicas em discentes do ensino médio, que se investigou a temática do alisamento capilar na pesquisa aqui descrita a partir de uma abordagem qualitativo-descritiva. Essa abordagem permite a coleta sistemática de dados sobre populações, programas e amostras de populações através de questionários com perguntas fechadas e de múltipla escolha (PÁDUA, 2004).

Frente às considerações já supracitadas, a proposta do presente trabalho transcorreu através da seguinte sequência: (i) análise dos conhecimentos prévios dos discentes; (ii) apresentação de atividade didática intitulada “*Química na cabeça – Desvendando os segredos das escovas progressivas*” por meio de explanação discursiva usando recursos das salas de aula (lousa e giz), vídeo e palestra temática usando o recurso de projeção audiovisual versando sobre alisamento capilar, ligações químicas e cuidados com a saúde; e (iii) análise da avaliação dos discentes do conteúdo apresentado, contextualizado e discutido nesta experiência.

As atividades didáticas aconteceram nas turmas de terceiro ano do período matutino nas escolas visitadas e em dias diferentes. Essas atividades ao todo tiveram a duração, em cada escola, de duas aulas sequenciais de Química (equivalente a duas horas de aula). As execuções dessas atividades foram apoiadas, conforme previamente apontado, com o uso de lousa e giz, além de uma apresentação em forma



de slides do tipo “powerpoint” e exposição de vídeos e fotografias para composição do material explicativo.

Na primeira etapa, durante a entrega e o recolhimento do questionário de diagnóstico do perfil dos(as) discentes transcorreu em um tempo de aproximadamente dez minutos. Em seguida, foi feita uma breve apresentação da pesquisa, com explicação sobre a justificativa e o objetivo de sua execução. Posteriormente, foi comunicado a temática que seria abordada nas atividades didáticas posteriores.

Na segunda etapa ocorreu a aplicação do questionário prévio às atividades didáticas para verificação dos conhecimentos prévios dos(as) discentes sobre a temática. Ao fim da aplicação e recolhimento deste questionário foi dado início às atividades didáticas.

Na terceira etapa, foi abordado e explicado, de forma sucinta, sobre o que é Ciência, como ela está estruturada bem como o que é Química e algumas de suas principais aplicações no cotidiano. Nesse momento foi possível a interação e a reflexão por parte dos(as) discentes sobre a importância da Ciência e da Química em diferentes aspectos e contextos da realidade. Logo em seguida, foi realizada uma revisão concisa e explanação discursiva (com uso de lousa e giz) sobre o que é uma ligação química e o seu papel central na Química e no entendimento das propriedades de diversos materiais.

A quarta etapa aconteceu com a exibição da reportagem “Especialistas alertam para riscos do alisamento de cabelo em crianças” (ESPECIALISTAS..., 2009), que fala a respeito de crianças famosas e anônimas que estão aplicando, precocemente, escovas progressivas nos cabelos com a anuência de seus pais. Na reportagem, o depoimento de uma engenheira química alerta para inexistência de produtos de alisamento de cabelos que sejam específicos para crianças. Discute-se ainda, nessa reportagem, que produtos para esse fim são potencialmente tóxicos e promovem modificação na estrutura do fio de cabelo. Dessa forma, considerando que os fios de cabelo de uma criança são bem mais frágeis do que aqueles de um adulto a Anvisa proíbe terminantemente o alisamento em menores de doze anos de idade. A reportagem serviu para dinamizar as atividades didáticas, instigando os(as) participantes a refletirem acerca da decisão de crianças em terem cabelos alisados com anuência de seus pais e por procedimentos que poderiam pôr em risco os seus estados de saúde. Em função disso, houve uma breve, mas produtiva, discussão sobre esta problemática abordada no vídeo.

Na quinta etapa, por conseguinte, houve uma explanação do arcabouço histórico relacionado aos cuidados com o cabelo, como é sua estrutura e composição química. Nesta etapa foi também destacado a história da chegada dos alisamentos capilares químicos no Brasil e uma apresentação do que é uma escova progressiva, seus principais compostos químicos e as etapas de sua aplicação nos cabelos.

Na sexta etapa da sequência didática, houve uma explicação sobre o funcionamento de escovas progressivas à base de formol e tioglicolato de amônia, mostrando as principais características dessas substâncias, bem como seu mecanismo de ação ao longo do processo de alisamento.

A sétima etapa foi dedicada para explanações sobre as ligações químicas presentes no cabelo: ligação de hidrogênio, ligação iônica e pontes de dissulfeto. Nesta sessão foram abordadas características gerais e específicas destas ligações químicas, bem como o que acontece com o fio de cabelo em função dessas ligações ao longo do alisamento capilar com escova progressiva. Nesta ocasião foi também mostrada imagens ilustrativas sobre danos causados aos fios do cabelo em função do uso contínuo desse procedimento estético.

A oitava etapa das atividades didáticas prestou-se como plataforma de conscientização sobre o uso indiscriminado de escova progressivas com ênfase aos potenciais problemas de saúde que podem ser acarretados com o mau uso da técnica, como queda de cabelo e ferimentos no couro cabeludo. Esta etapa proporcionou uma farta discussão sobre riscos e benefícios de procedimentos dessa natureza. Posteriormente, foram apresentadas aos(as) discentes algumas resoluções da Anvisa sobre uso, restrições e proibições do formol para consolidar/explanar as questões jurídicas.

A nona etapa consistiu na aplicação do questionário pós atividades didáticas e encerramento das atividades agradecendo a atenção, presteza e colaboração de todos(as) presentes.

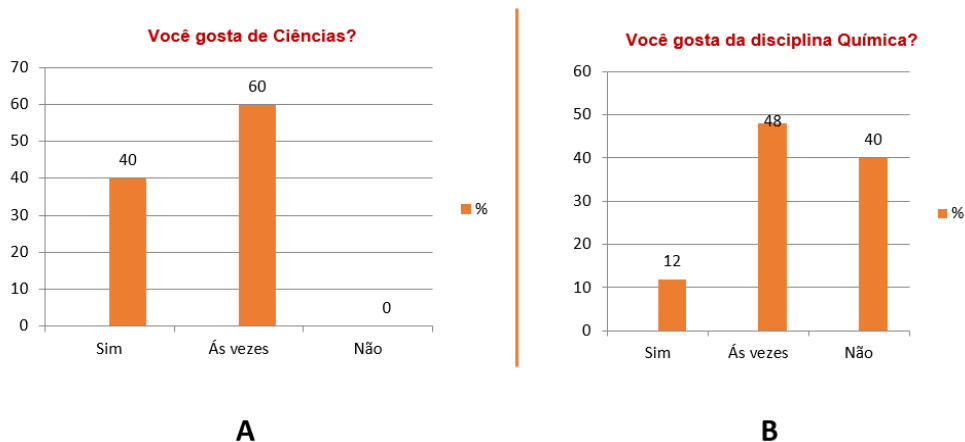
A última etapa, por fim, realizou-se uma análise conjunta qualitativa e descritiva dos questionários obtidos a partir das três turmas (cada uma de uma das três escolas visitadas), a avaliação final da experiência de ensino-aprendizagem vivenciada e a redação dessa experiência neste trabalho para compartilhamento de publicação do relato de experiência.

Resultados e discussão

O questionário diagnóstico inicial foi aplicado aos três grupos (turmas) de discentes das três diferentes escolas participantes desta intervenção e foi possível observar a partir dele que do quantitativo total de quarenta e dois discentes, 64% eram do sexo feminino e 36% do sexo masculino. Em relação à idade, 83% tinham entre dezesseis e dezoito anos, enquanto a minoria deles, 17%, possuíam idade acima de dezenove anos. Essas respostas permitiram entender um pouco o perfil dos(as) discentes que participaram conosco desta experiência.

Um questionário prévio às atividades didáticas, tal como o questionário diagnóstico, foi aplicado aos três grupos de discentes participantes desta intervenção com o objetivo de identificar as afinidades dos participantes pela área de Ciências (Figura 4, A), pela Química (Figura 4, B), assim como verificar a percepção destes discentes das correlações entre os conteúdos de Química vistos na escola com aspectos do que ocorre em torno de sua própria vida e experiências. Desta etapa foi possível identificar que 60% dos participantes manifestaram afinidade pela área de Ciências (Figura 4, A) enquanto apenas 12% destes participantes manifestaram uma declarada empatia pela Química (Figura 4, B) como disciplina escolar. Estes dados são, até certa medida, intrigantes quando comparados com a percepção entre 38 e 57% destes participantes da intrínseca correlação entre os conteúdos de Química e aspectos em torno de suas vidas – cotidianidade (Figura 5).

Figura 4: Identificação de afinidades pelas Ciências [A] e pela Química [B]

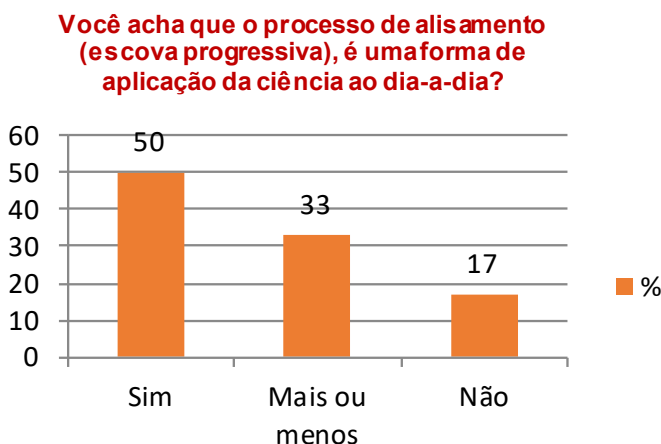


Fonte: a pesquisa.

Figura 5: Verificação da relação entre os conteúdos de Química e suas experiências de vida

Fonte: a pesquisa.

As percepções dos(as) discentes sobre a temática alisamento capilar e suas correlações com a Ciência, com a Química e com os riscos à saúde foram também verificadas. Neste particular, a averiguação da opinião dos(as) discentes se os procedimentos de alisamento capilar (escovas progressivas) seriam uma forma de aplicação da Ciência a aspectos do dia a dia permitiu verificar uma boa identificação da correlação dos procedimentos e a Ciência. Cerca de 50% dos(as) entrevistados(as) responderam “sim” e creditaram a esses processos como procedimentos baseados em “*aplicação da Ciência ao dia a dia*” (Figura 6).

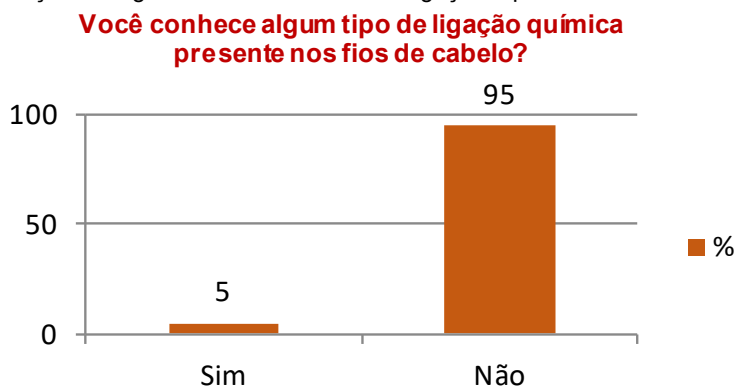
Figura 6: Verificação da opinião sobre a relação do conteúdo discutido com a Ciência

Fonte: a pesquisa.

No que diz respeito a própria experiência dos (das) discentes participantes desta intervenção quanto ao uso de procedimentos estéticos capilares, foi incluso no questionário prévio às atividades didáticas se eles (elas) já haviam feito uso de algum procedimento químico no cabelo. Para este ponto, 29% afirmaram que já pintaram o cabelo (procedimento que inclui luzes/mechas/balaiagem), 17% indicaram que já fizeram alisamento, 11% registraram os procedimentos de pintura e alisamento capilar simultaneamente e 43% dos(as) participantes manifestaram não ter feito uso de nenhum dos procedimentos estéticos capilares citados. Por outro lado, quando indagados no questionário inicial sobre se já ouviram falar ou não sobre danos (queda e quebra dos fios do cabelo, queimadura no couro cabeludo, tonturas e enjoos) à saúde por conta do uso de alisamentos, a maioria, 41%, respondeu já ter ouvido falar em três ou mais desses danos, 26% concordaram em ter ouvido falar em pelo menos dois desses danos e 33% afirmaram ter ouvido falar em apenas um desses danos. Neste particular, é digno de nota destacar que os procedimentos para alisamento capilar não são registrados na Agência Nacional de Vigilância Sanitária, somente os produtos têm registros. Entretanto, todos os salões de beleza devem (ou deveriam) ser licenciados pela agência de vigilância sanitária local para utilizá-los (ANVISA, 2017).

No questionário prévio às atividades didáticas foi também indagado aos participantes a respeito do seu conhecimento ou não sobre algum tipo de ligação química presente nos fios de cabelo (Figura 7). Nesta oportunidade, 95% deles(delas) indicaram que desconheciam qualquer tipo de ligação química presente nos constituintes dos fios de cabelo. Um número que por si só expressava uma janela de oportunidade para uma intervenção formativa nesta lacuna de conhecimento dos(das) discentes.

Figura 7: Verificação de algum conhecimento sobre ligações químicas nos fios de cabelo



Fonte: a pesquisa.

Nesta oportunidade os(as) discentes foram também questionados(as) se já ouviram falar antes a respeito do formol, tendo 83% dos(as) participantes indicado que sim, enquanto os outros 17% indicaram que “às vezes” no formulário preenchido.

Na última sondagem no questionário prévio às atividades didáticas perguntou-se aos(as) discentes sobre as suas expectativas de aprendizagem no contexto da palestra que lhes seria apresentada. Nesse aspecto, a maioria, ou seja, 62% indicaram que iriam “aprender mais sobre Ciências e Química”. Ainda nesta linha final de sondagem, 26% dos(as) participantes se posicionaram afirmativamente pela expectativa de aprendizagem pela “associação de conceitos teóricos com aspectos práticos da cotidianidade”, enquanto os demais 12% manifestaram-se pela expectativa de aumentar o “gosto pelos estudos”. Neste contexto, é possível perceber a partir dessas informações que naquele momento da explicação inicial sobre intervenção/experiência didática aos(as) discentes, bem como da temática usada como plano de fundo para introdução de conceitos de Química e de cuidados com a saúde promoveram um ambiente profícuo em torno das atividades didáticas que seriam a partir dali empreendidas através das discussões, palestra, reportagem e material impresso sobre *“Química na cabeça – Desvendando os segredos das escovas progressivas”*.

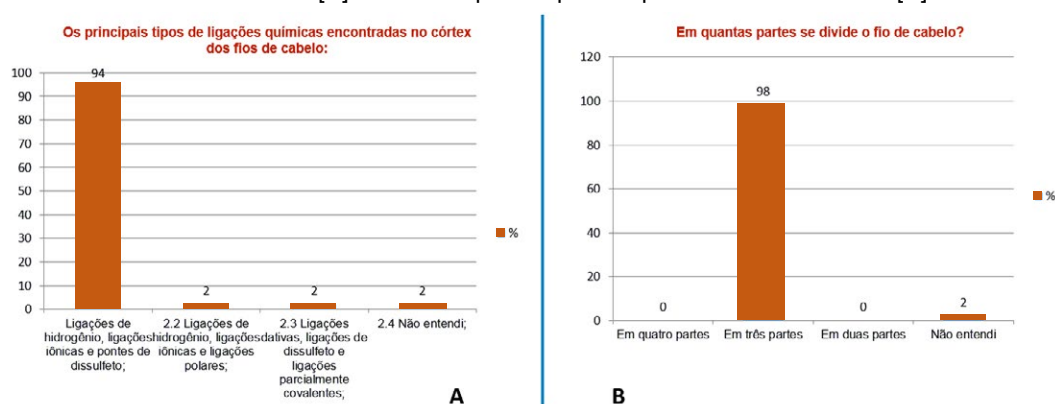
Ao final das atividades de ensino e aprendizagem relacionadas à sequência didática supracitada, os(as) discentes participantes das três escolas visitadas foram convidados(as) a responder um último questionário visando verificar especificamente o entendimento de conceitos abordados na apresentação, tais como: ligações químicas inclusas nos fios de cabelos; substâncias químicas presentes em produtos para alisamento capilar; cuidados e riscos com a saúde associados a prática de alisamento capilar; dentre outros.

Dentro deste contexto de questionamentos, ao indagar os(as) discentes partícipes sobre quais os principais tipos de ligações químicas que podem ser encontradas no córtex do fio de cabelo e em quantas partes se divide o cabelo, gratificadamente, uma maioria significativa respondeu acertadamente, como pode ser observado a partir das Figuras 8.

A avaliação das respostas indicadas pelos participantes na Figuras 8 consubstanciadas pela intervenção experienciada permitem inferir, até certa medida, que é possível que tenha existido uma aquisição de conceitos por meio da discussão contextualizada, ou seja, não houve apenas a simples memorização dos conceitos. Segundo Moreira e Masini (2001), a aquisição de conceitos, embora não seja a for-

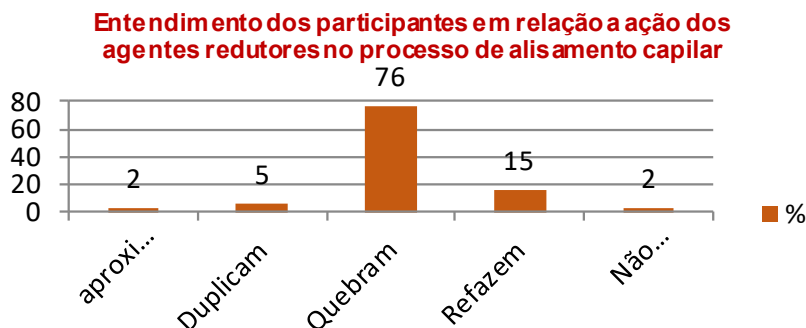
mação do conceito pelo sujeito, é caracterizada por um processo de interação ativa com conceitos que foram previamente adquiridos ao longo de sua própria experiência, e, quanto mais forte for essa interação, potencialmente mais significativa poderá ser essa aprendizagem. Ademais, o uso de instrumentos motivadores ao longo da sequência didática, como reportagens e discussões a respeito do alisamento capilar, parece ter instado significativamente os(as) discentes participantes à aprendizagem em função, sobretudo, da aderência que os conceitos de ligações química abordados nesta intervenção têm com um aspecto concreto de suas realidades, a estética capilar.

Figura 8: Verificação do conhecimento percebido sobre ligações químicas encontradas no córtex dos fios de cabelo [A] e sobre as partes que compõem os fios de cabelo [B]



Fonte: a pesquisa.

No questionário após a palestra foi incluída também perguntas relacionadas aos constituintes químicos e suas ações no processo de alisamento capilar por escova progressiva. Dentre as perguntas realizadas, incluiu-se a indagação aos(as) discentes participantes a respeito da ação do agente redutor sobre as ligações químicas do tipo pontes de dissulfeto neste procedimento estético (Figura 9). Essa pergunta estava intrinsecamente relacionada com a função dessas espécies químicas no processo de alisamento capilar químico. A grande maioria dos entrevistados, 76%, conforme indicado na Figura 10, lembraram e/ou aprenderam, a partir das informações transpostas na sequência didática e somadas aos seus conhecimentos prévios, que os agentes redutores no processo de alisamento capilar são responsáveis pela quebra das ligações covalentes presentes nas pontes de dissulfeto da estrutura proteica original dos fios de cabelo dos(as) usuários(as) deste tipo procedimento.

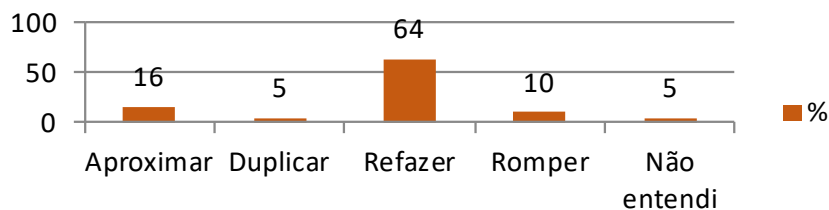
Figura 9: Verificação do entendimento sobre a ação dos agentes redutores no alisamento

Fonte: a pesquisa.

No que diz respeito a relação do agente oxidante/neutralizante (peróxido de hidrogênio), empregado em alguns procedimentos de alisamento capilar químico, com as ligações do tipo dissulfeto, conforme dados apontados na Figura 10, os participantes manifestaram-se majoritariamente de modo assertivo quanto ao papel do mesmo em reestruturar as pontes de dissulfeto. Estes dados, gratificadamente, também apontaram, quando confrontados com o desconhecimento sobre a natureza das ligações químicas na estrutura capilar registrado antes da intervenção (Figura 7) e o reconhecimento sobre os principais tipos de ligações presentes após a intervenção (Figura 8 – A), que de fato houve uma compreensão da sequência de eventos químicos que constituem o fenômeno do alisamento capilar por escova progressiva. Além disso, avaliou-se também se os participantes tinham em mente quais as principais substâncias encontradas nos procedimentos de alisamento por escova progressiva. Para esse aspecto foi possível perceber que a maioria dos(as) participantes indicaram corretamente as substâncias empregadas nos procedimentos estéticos discutidos. Tendo sido apontados principalmente os “**tióis**”, os “**hidróxi-dos**” e o “**formol**”, com uma porcentagem combinada de 91% de respostas corretas nesta questão. Esses dados, mais uma vez, nos pareceram indicar que a estratégia de apresentação da sequência didática de ligações químicas contextualizada no tópico alisamento capilar possa ter sido de fato eficiente na aprendizagem dos(as) discentes participantes.

Figura 10: Verificação do entendimento sobre a ação dos agentes oxidante no alisamento

Entendimento dos participantes em relação a função do agente oxidante no processo de alisamento capilar



Fonte: a pesquisa.

Por fim, analisou-se o entendimento sobre os riscos à saúde que o uso inadequado do formol pode causar ao ser humano. Nesse aspecto foi possível perceber que houve um claro entendimento por parte dos(as) discentes sobre os riscos da utilização inadequada do formol, haja a vista que para esta questão 100% das respostas indicaram a **“necessidade de cuidados”** com uso e manipulação desta substância química. Adicionalmente, foi também indagado no questionário final se os(as) participantes desta intervenção poderiam repassar as informações ali discutidas para outras pessoas dos seus ciclos sociais. Neste ponto, 93% responderam que sim, que iriam repassar aquelas informações. Os demais 7% afirmaram que talvez repassassem as informações discutidas. A análise destes dados permitiu intuir que boa parte dos(as) discentes tenham entendido os perigos à saúde associados ao uso inadequado do formol e que, além disto, eles poderiam estar repassando aquelas informações para outras pessoas dos seus ciclos sociais, impulsionando uma esteira de transmissão de informações advindas da experiência formativa vivenciada em sala de aula.

Considerações finais

O uso de novas estratégias de ensino que consigam associar os conteúdos teóricos com a realidade dos discentes tem se tornado em uma abordagem importante de contextualização no processo de ensino-aprendizagem. O êxito dessas estratégias, em boa medida, tem sido validado com a escolha adequada dos conteúdos que se deseja trabalhar em sala de aula e levando-se em conta aspectos como a idade, a maturidade intelectual e o contexto social e cultural no qual os discentes participan-

tes destas estratégias estão inseridos. Neste sentido, temas relacionados a estética humana, como, por exemplo, a estética capilar e processos de alisamento dos fios de cabelo, podem agregar um enorme potencial de aceitabilidade a partir de públicos mais jovens no ensino médio.

A temática experienciada pelos(as) discentes neste trabalho é incomum nos conteúdos de livros escolares destinados ao ensino sobre tópicos de ligações químicas. Esse aspecto, inclusive, pode ter contribuído fortemente para que os(as) jovens discentes tenham se interessado pelas atividades didáticas desenvolvidas nesta experiência. Isso em parte pode também estar relacionado a uma lacuna de conhecimento sobre a relação óbvia entre conceitos de Química, como as ligações químicas, a aspectos de sua própria realidade. E no caso específico discutido neste trabalho, pode-se supor ainda que embora os(as) discentes já tivessem conhecimento sobre a existência concreta das escovas progressivas como procedimento de estética capilar, possivelmente não haviam ainda estabelecido conexão desse conhecimento com os conteúdos escolares importantes. Dessa forma, a experiência didática vivenciada pelos(as) discentes neste trabalho pode ter dado aos(as) mesmos(as), em alguma medida, condições de conectar alguns de seus conhecimentos prévios de suas realidades com outros novos e relacionados a conceitos científicos mais formais e importantes como, por exemplo, algumas noções sobre tipos de ligações químicas.

Por fim, espera-se ainda que este relato de experiência possa se prestar como material de apoio e inspiração para que outros(as) docentes da mesma área, e áreas correlatas, possam propor novas intervenções (ou inovações), amalgamando cada vez mais a contextualização como ferramenta dos processos de ensino-aprendizagem nas aulas de Química.



Uncovering the secrets of progressive brushes: An experience report on the use of hair straightening as a teaching and learning theme for some concepts of chemical bonds

Abstract

The use of new teaching strategies that can link school subjects with the reality of students has become a central tool in the teaching and learning process. In that regard, this work explores the discussion on progressive brushing hair straightening as a thematic for contextualized learning of chemical bonds contents. In addition, the potential risks for health arising from these aesthetic procedures were also discussing. The objective of this work was to instigate enthusiasm and curiosity about the Natural Sciences and Chemistry in the students participating in this intervention. Furthermore, Chemistry was used to understand the progressive brush smoothing process. For this, the intervention made use of assessments through questionnaires before and after the didactic activities probing the understanding and assimilation from students about some concepts of chemical bonds that were contextually addressing in the lecture: "Chemistry in the head - Uncovering the secrets of progressive brushes." Participated 42 students from three public high schools in the municipality of Campo Formoso (BA, Brazil). The experience allowed perceiving that the combining approach of contextualized learning and everyday aspects, as a teaching strategy, might be quite adequate for discussions of Chemistry matters in the classroom.

Keywords: Contextualization. Chemical Bonds. Hair Straightening.

Referências

- ABRAHAM, L. S.; MOREIRA, A. M.; MOURA, L. H. de; GAVAZZONI, M. F. R.; ADDOR, F. A. S. Tratamentos estéticos e cuidados dos cabelos: uma visão médica (parte 2). **Surgical & Cosmetic Dermatology**, v. 1, n. 4, p. 178-179, 2009.
- AMIRALIAN, L.; FERNANDES, C. R. Produtos Infantis: Cabelo. **Cosmetics & Toiletries Brasil**, v. 29, n. 2, p. 30-32, 2017.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Coordenação de Consumo Seguro e Saúde. Consumo e Saúde: dicas para uso de salões de beleza. **Boletim Consumo e Saúde**, n. 47, 2017. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111522/3215539/Boletim+Consumo+e+Sa%C3%BAde+Junho+2017+-+Ano+10+-+N%C2%BA+47/7b461773-fde9-42b1-be17-750d029553c1> >. Acessado em: 15 jul. 2021.
- AUSUBEL, D.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BÁRBARA, M. C. S.; MIYAMARU, L. L. Resultado das análises de alisantes capilares. **Boletim Epidemiológico Paulista**, v. 5, n. 4, p. 9-12, 2008.
- BORGES, M. M. C.; BORGES, K. B.; PINHEIRO, P. C. "Luzes" capilar: dos salões de beleza à educação química. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 1, p. 4-13, 2018.

BRAATHEN, P. C. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de Química. **Revista Eixo**, v. 1, n. 1, p. 74-86, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução Nº 36, de 17 de junho de 2009. Dispõe sobre a proibida a exposição, a venda e a entrega ao consumo de formol e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Poder Executivo, Brasília, DF, 18 de jun. de 2009. Seção 1, p. 47.

BRASIL. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2012.

CASTRO, A. D. de. **Prefácio**. In: CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. de; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino de Ciências**. São Paulo: Editora Cortez, 2005.

ESPECIALISTAS alertam para riscos do alisamento de cabelo em crianças. **Fantástico**. Rio de Janeiro: TV GLOBO, 25 de janeiro de 2009. Programa de TV. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Brasil/0,,MUL971210-5598,00-ESPECIALISTAS+ALERTAM+PARA+RIS-COS+DO+ALISAMENTO+DE+CABELO+EM+CRIANCAS.html>>. Acessado em: 15 jul. 2021.

FELICETTI, S. A.; PASTORIZA, B. dos S. Aprendizagem Significativa e Ensino de Ciências Naturais: Um Levantamento Bibliográfico dos Anos 2000 a 2013. **Meaningful Learning Review**, v. 5, n. 2, p. 1-12, 2015.

FENSHMAM, P. J. **Defining an identity: The evolution of Science Education as a field of research**. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2004.

GOMES, A. L. **O uso da tecnologia cosmética no trabalho do profissional cabeleireiro**. São Paulo: Ed. SENAC, 1999.

KOHLER, R. de C. O. **A química da estética capilar como temática no ensino de química e na capacitação dos profissionais da beleza**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/6646>>. Acessada em: 15 jul. 2021.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU/Edusp, 1987.

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

LE MOS, E. dos S. A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 1, p. 25-35, 2011.

MIRANDA-VILELA, A. L.; BOTELHO, A. J.; MUEHLMANN, L. A. An overview of chemical straightening of human hair: technical aspects, potential risks to hair fibre and health and legal issues. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 36, p. 2-11, 2014.



MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Ed. Centauro, 2001.

NOGUEIRA, Ana Carolina santos. **Efeito da radiação ultravioleta na cor, na perda proteica e nas propriedades mecânicas do cabelo**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: < <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/250428> >. Acessada em: 15 jul. 2020.

PÁDUA, E. M. M. de. **Metodologia da pesquisa: abordagem teórico-prática**. Campinas: Papyrus, 2004.

PINHEIRO, A. O formol no processo de alisamentos dos cabelos. **Cosmetics & Toiletries Brasil**, v. 16, p. 40, 2004.

RABER, D. de A.; GRISA, A. M. C.; SCHMITZBOOTH, I. A. Aprendizagem significativa no Ensino de Ciências: Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa sobre energia e ligações químicas. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 7, n. 2, p. 64-85, 2017.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica; uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SILVA, L. G.; BIERHALZ, C. D. K. Esmaltes de unhas como temática para o ensino de Ciências da Natureza. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 3, n. 2, p. 167-187, 2017.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. da; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.