

Estrutura cognitiva de estudantes do Ensino Médio sobre contextos gerais ligados à Microbiologia

Rayssa Nayara Venâncio Bezerra¹, Luiz Sodré Neto²

Resumo

A estrutura cognitiva de estudantes está diretamente relacionada ao modo como o conhecimento é construído ao longo da trajetória escolar. A falta de contextualização com a priorização do ensino voltado exclusivamente a exposição e memorização de conceitos pode ter relação com as dificuldades encontradas na construção do conhecimento significativo e adequado em relação a temáticas voltadas à Microbiologia. Assim, buscou-se analisar a estrutura cognitiva de estudantes do Ensino Médio frente a contextos gerais relacionados à Microbiologia, bem como buscar conceitos e interações entre estes, por meio do Teste de Associação de Palavras (TAP), com posterior criação de nuvens de palavras visando expressar e discutir de modo mais detalhado a distribuição das respostas. Foi possível identificar concepções descontextualizadas, problematizadas com o Ensino de Ciências Naturais e suas interfaces, que podem servir como ponto de reflexão para a prática docente.

Palavras-chave: Estrutura cognitiva. Microbiologia. Ensino.

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v7i1.14219>

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

ISSN: 2595-7376

Introdução

A estrutura cognitiva de estudantes está diretamente relacionada ao modo como o conhecimento é construído ao longo da trajetória escolar, sendo determinante para o desenvolvimento de habilidades e competências que englobam cada uma das áreas do conhecimento, incluindo os componentes curriculares inerentes às Ciências Naturais.

¹ Licenciada em Ciências Biológicas pelo Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: vncrayssa@gmail.com

² Doutor em Ciências na área de Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos. Professor associado da Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: luizsodre@ufcg.edu.br

Segundo a epistemologia genética, proposta por Jean Piaget, é necessário que haja adaptação e modificação da estrutura cognitiva prévia (acomodação) para a assimilação de novas informações (THOMÉ; DURO; ANDRADE, 2020). Estes autores consideram que para compreender a construção do conhecimento é preciso levar em consideração a organização das estruturas de assimilação do mundo exterior que a ele se adapta e por ele se transformam.

Vale também destacar a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, que sugere que a aquisição de novos significados parte da interação com conhecimentos prévios relevantes (subsunçores). Assim, a partir de sucessivas interações, um subsunçor progressivamente obtém novos significados, tornando-o mais rico e podendo servir de ponto de partida para aprendizagens significativas novas (AGRA *et al.*, 2019).

A aprendizagem e a memorização são processos da progressão do mesmo mecanismo, visto que a aprendizagem depende diretamente da atuação da memória. A compressão dos processos de memória e sua ligação com a aprendizagem é essencial para a construção de novas capacidades, dada sua relação direta com a plasticidade cerebral, viabilizando a aquisição de novas vias sinápticas que contribuem para a consolidação da memória e, por consequência, da aprendizagem (ANDRADE *et al.*, 2021).

Paralelamente, os educadores possuem papel essencial na formação de sujeitos e precisam entender também a necessidade de formação continuada e de reflexões críticas frequentes sobre a atuação docente. A aproximação destes entendimentos ajudam na compreensão da influência de quesitos biológicos e sociais que influenciam na aprendizagem dos discentes (SOUSA; ALVES, 2017).

Durante o período de formação escolar os estudantes são expostos a conhecimentos diversos e complexos, e a falta de contextualização com a priorização do ensino voltado exclusivamente para a exposição e memorização de conceitos pode ter relação com as dificuldades encontradas para a construção de conhecimentos relacionados à Microbiologia. Diante desta problemática, buscou-se analisar a estrutura cognitiva de estudantes do Ensino Médio frente a contextos gerais relacionados à Microbiologia.

O trabalho é justificado pela carência de pesquisas voltadas à estrutura cognitiva de estudantes, sobretudo no que diz respeito a temas relacionados à Microbiologia, podendo servir como ponto de partida para reflexão das práticas docentes centradas na memorização de conceitos sem contextualização e aplicação prática.

Metodologia

A metodologia utilizada para obtenção dos dados foi o Teste de Associação de Palavras (TAP), com base na pesquisa feita por Atabek-Yigit, Yilmazlar e Cetin (2016), que acreditam que esta técnica é a mais eficiente quando se trata de explorar a estrutura cognitiva.

Participantes e Instrumento de Coleta de Dados

Participaram deste estudo 59 estudantes do Ensino Médio de uma escola privada situada no interior do Estado do Rio Grande do Norte no primeiro semestre de 2022. Com ênfase em contextos ligados à Microbiologia, foram propostas cinco palavras-chave: saúde, ambiente, pandemia, alimentação e biotecnologia. Essas palavras foram usadas para formar o TAP. Os testes foram aplicados presencialmente.

No TAP, abaixo de cada uma das palavras-chave, tinha 10 espaços para que os estudantes escrevessem as palavras que viessem em mente, de modo hierárquico de pensamento, isto é, de acordo com a ordem com que as palavras surgissem.

Os estudantes foram orientados a apontar o máximo de palavras que conseguissem associar a cada contexto. Após esse momento, os participantes foram orientados a escrever uma frase que tivesse relação com o contexto mais facilmente associado no TAP, objetivando avaliar aspectos conceituais e contextuais presentes na estrutura cognitiva dos participantes. O espaço para a frase se encontrava logo abaixo do TAP, no mesmo material.

Para a análise de dados da pesquisa, foram produzidos dois quadros, sendo uma para a quantificação de palavras citadas pelos estudantes e outro

para a quantificação de palavras diferentes para cada um dos contextos analisados.

A análise das palavras levou em consideração quesitos como a frequência em que as palavras apareceram e a relação hierárquica estabelecida entre elas, conforme solicitado para os participantes no momento da aplicação.

Para cada contexto, uma nuvem de palavras foi gerada utilizando a ferramenta *Word Art Creator*, visando expressar e discutir de modo mais detalhado a distribuição das associações. A escolha das nuvens de palavras foi escolhida por facilitar a análise visual da quantidade de palavras mais e menos associadas em cada contexto.

Para a criação de nuvens, foram inseridas na ferramenta mencionada as palavras citadas em cada contexto e a quantidade de vezes em que as palavras aparecem, sendo as maiores palavras das nuvens as que mais foram citadas mais vezes. Por fim, em relação às frases, foram estabelecidas as categorias “com contexto”, “sem contexto” e “sem frase”.

Resultados e discussão

Quadro 1: Quantidade de palavras citadas (PC) no questionário e quantidade (Q)

PC	Q	PC	Q	PC	Q	PC	Q
Vírus	44	Cadeia alimentar	1	Atmosfera	2	Lindo	1
Máscaras	14	Desenvolvimento	3	Rios	1	Animais	9
Vacinas	59	Mutação	6	Solo	1	Perigoso	1
Doenças	15	Quarentena	3	Células	15	Habitat	4
Medicamentos	23	Bactérias	16	Ômicron	1	Evolução	5
Álcool	10	Cuidados	10	Delta	1	Escolar	3
Distanciamento	2	Autocuidado	1	Aglomerção	1	Ar puro	1
Morte	4	Esterilização	3	Imunologia	1	Educativo	1
Covid-19	8	Hospital	11	Disseminação	1	Diversão	1
Contaminação	12	Mundial	1	Anticorpos	1	Respeito	1
Higienização	3	Infecção	1	Traumas	2	Acolhedor	1
Isolamento	12	Fake News	2	Perdas	1	Ecossistemas	2
Exames	7	Alastramento	1	Informação	1	Água	6
Casa	4	Variantes	1	Infraestrutura	1	Floresta	4
Cloro	1	Casos	1	Tristeza	1	Ar	6
Vitaminas	5	Infectados	1	Sociedade	1	Mutualismo	1
Microrganismos	8	Morcego	1	H1N1	1	Árvore	7

Seres vivos	3	Protozoários	3	Antibióticos	4	Avaliação	1
Biodegradável	1	Salubridade	1	Estudos	5	Adaptação	3
Local salubre	1	Comunidade	1	Transmissível	1	Quente	3
Decomposição	2	Limpeza	2	Pesquisa	1	Seco	1
Sem cont. físico	1	Hortas	2	Prevenção	5	Caseiro	1
Plantas	14	Natureza	4	Biologia	1	Distinção	1
Praia	1	Limpeza	2	Oxigênio	1	Ocupação	1
Edifícios	1	Atmosfera	2	Carbono	1	Genética	4
Locais	1	Rios	1	Luz	1	Farmácia	1 3
Paisagens	1	Solo	1	Agradável	1	Higiene	6
Fungos	9	Fotossíntese	1	Ecologia	2	Sais minerais	1
Temperatura	1	Agrotóxicos	9	Maternidade	1	Campo	1
Transmissão	1	Brisa	1	UTI	3	Terra	1
Harmonia	1	DNA/RNA	3	Triste	1	Clima	1
Desarmonia	1	Clínicas	1	Biodiversidade	1	Adubação	1
Fertilizantes	3	Ajudar	2	Centrifugação	3	Pomada	1
Lugares	1	Raio-x	6	Agricultura	1	Internet	1
Ambiente melhor	1	Bichos	1	Microscópio	7	Construir	1
Manipulação	2	Nanotecnologia	1	Suplemento	1	Moléculas	1
Tecnologia	5	Vegetais	3	Adubo	1	Remédios	1 9
Transgênicos	5	Curas	1	Máquinas	3	Aminoácidos	1
Radiografia	2	Clonagem	1	Termômetro	3	Aparelhos	1
Biogênese	1	Produção	3	Balanças	1	Experiência	1
Cultivo	1	Saúde	5	Laboratório	2	Experimento	1
Implementação	1	Medicina	2	Biomedicina	1	Técnica	1
Importância	1	Alimentos	2	Ultrassons	1	Biópsia	1
Ressonância	1	Trichod. reesei	1	Organismos	2	Controle	1
Armas biológicas	1	Botânica	1	Zoologia	1	Ciência	1
Exploração	1	Robótica	1	Médico	2	Derivados	1
Iogurte	11	Lactobacilos	4	Queijo	9	Mental	1
Conservantes	5	Fermentação	3	Fermentos	1	Proteína	6
Saudável	10	Frutas	5	Nutrientes	5	Carboidratos	5
Dieta	1	Sobrevivência	1	Sist. digestório	1	Verduras	4
Frango	2	Intoxicações	2	Banana	1	Seleção	1
Leite de caixinha	1	Enlatados	3	Mofo	1	Leite	2
Balanceada	1	Comida	1	Cerveja	1	Nutrição	1
Crescimento	1	Whey	2	Batata	1	Laranja	1
Doces	1	Legumes	1	Alimentos em pó	1	Cenoura	1
Salgados	1	Bem-estar	6	Ômega	1	Gorduras	1
Orgânico	1	Adoçante	1	Creatina	1	Digestão	1
Infecções	1	Cálcio	1	Sódio	1	Pragas	1
Carnes	1	Importação	1	Alim. saudável	1	Consciência	1

Refrigerante	1	Energia	1	Vermes	1	Leveduras	1
Feijão	1	Microtecnologia	1	Atendimento	1	Ácaro	1
Sangue	1	Plaquetas	1	Segurança	1	UBS	1
Bucal	1	Consulta	2	Doenças	4	Vigor	1
Cirurgia	2	Exercícios	5	Alimentação	4	Vida	2
Plan. medic.	1	Injeções	2	Ervas	1	Corpo	1
Soro	1	Proteção	2	Tratamento	3	Órgãos	1
Tecidos	1	Respiração	1	Aids	1	Psicológico	1
Idosos	1	Crianças	1	Preço	1	Instabilidade	1
Aumento	1	Acolhimento	1	Avanços	1	Teorias	1
Hormônios	1	Melhora	1				

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 2 – Número de respostas diferentes e soma do total de palavras para cada contexto analisado

Contexto	Número de respostas diferentes	Total de palavras
SAÚDE	65	174
AMBIENTE	84	162
PANDEMIA	52	207
ALIMENTAÇÃO	78	161
BIOTECNOLOGIA	74	135

Fonte: Elaborado pelos autores.

A maioria das palavras aparece somente uma vez em todos os contextos analisados, o que expressa uma grande diversidade de associações, mas muitas delas descontextualizadas com o propósito da pesquisa, cujas problemáticas serão levantadas na análise de cada um dos contextos.

Contexto Pandemia

O contexto *pandemia* aparece com a maior quantidade de palavras citadas mais de uma vez, com ênfase em “vírus”, com 43 citações, “vacinas”, que aparece 29 vezes, “contaminação” com 10 aparições e “doença”, com 09. A representação dessas diferenças fica clara nas nuvens de palavras usadas para cada contexto, como a Figura 1, abaixo:

para “vacinas”, revelando uma dificuldade expressiva da ampliação da visão dos microrganismos para além de possíveis malefícios.

Esse número expressivo de estudantes que inseriram primeiro “medicamentos” ou “remédios” no contexto em questão pode ter relação com a percepção reducionista acerca de microrganismos enquanto causadores de doenças, como apontado por Oliveira, Azevedo e Sodré-Neto (2016), que pode ter relação com o ensino de Ciências e Biologia, assim como pela vivência em ambientes informais e pela influência da mídia (FREITAS *et al.*, 2020).

O Ensino de Ciências voltado para microrganismos enquanto seres que influem sobre a vida de outras espécies e do planeta faz parte dos conhecimentos básicos que devem ser construídos ao longo da trajetória escolar. Porém, por se tratar de um tema abstrato, usualmente fica restrito ao livro didático e distanciando da realidade dos estudantes (MORESCO *et al.*, 2017).

A maioria dos participantes não estabeleceu relações diretas entre microrganismos e seus benefícios para a saúde. Isso fica evidente, inclusive, na falta de ligação entre as próprias palavras-chave, que poderiam ser associadas em todos os contextos propostos.

A baixa qualidade das abordagens sobre microrganismos também pode passar pelo não aproveitamento das propostas contextualizadas e interdisciplinares presentes em livros didáticos (MEDEIROS; BEZERRA e Sodré-Neto, 2023), podendo contribuir com a visão reducionista que muitos estudantes apresentam sobre a temática e suas interfaces.

Contexto Ambiente

Apesar desse contexto ter apresentado maior variedade de respostas (84), alguns participantes associaram mais facilmente “ambiente” a “lugar” (Figura 3). Isto é, ambientes físicos que, apesar de apresentarem relação indireta com microrganismos, estão mais distantes da proposta do estudo.

[illegible]

As citações de “fungos” podem estar relacionadas com a visão voltada aos processos de decomposição resultante da atividade de vida desses microrganismos. Importante destacar que não houveram menções expressivas de outros representantes, como protozoários e vírus. Nesse contexto, Stamm e Martins (2020) despertam para a necessidade de integrar diferentes microrganismos na abordagem desse tema para que não haja a ideia equivocada de fragmentação do conteúdo.

A educação com enfoque CTS objetiva integrar a Ciência de modo que sejam evidenciados seus impactos na Sociedade e no Ambiente, bem como a influência que essas esferas têm no desenvolvimento científico e tecnológico. Para isso, visando promover competências e habilidades condizentes com esta abordagem, é necessário que haja orientação para os docentes, viabilizando a

implementação deste enfoque no ensino de Ciências de modo adequado (FERNANDES; PIRES; IGLESIAS, 2018).

No entanto, além da formação continuada, essencial para o exercício docente, é importante ressaltar que a configuração dos cursos de Licenciatura das Ciências Naturais também pode ser um dos elementos que contribuem para a dificuldade de abordagem CTS/CTSA em todos os níveis educacionais.

Em relação às dificuldades do estreitamento dos diálogos formativos nos cursos de licenciatura com enfoque CTS, é importante ressaltar o baixo nível de produções com a temática em teses e dissertações, apesar do avanço apresentado nas últimas décadas. Assim, novas pesquisas poderiam contribuir significativamente para o melhoramento da utilização dessa abordagem na formação inicial de professores.

Nesse sentido, Moura, Rosa e Massena (2021) despertam para a estrutura curricular dos cursos de Licenciatura que não possuem espaços para diálogos interdisciplinares, reduzindo os conhecimentos próprios dos cursos.

Essa configuração pode ter influência direta na formação inicial de professores, visto que há a necessidade de uma perspectiva integradora, também, para abordagens com enfoque CTS.

Contexto Alimentação

Neste tópico, a maioria dos estudantes associaram “alimentação” a macronutrientes, com foco em carboidratos, estabelecendo relações indiretas e/ou descontextualizadas com microrganismos (Figura 4).

[illegible]

Apesar de haver relação indireta com essa categoria de alimentos, percebeu-se que os participantes tiveram dificuldade em associar processos biotecnológicos voltados à produção alimentícia, com exceção de “iogurtes”, que foi a palavra mais citada do tópico, com 11 menções.

A utilização de microrganismos fermentadores para a produção de alimentos não é atual. Histórica e culturalmente estes alimentos fazem parte da dieta humana e contribuem para a microbiota intestinal, mas só recentemente, através de mecanismos moleculares, o entendimento da atividade desses microrganismos vem sendo melhor entendida (DUILLARD, VOS, 2019).

A utilização dos métodos biotecnológicos atuais viabiliza o desenvolvimento de produtos que contêm microrganismos probióticos através de modificação genética, a exemplo dos microrganismos produtores de oligossacarídeos prebióticos, bem como alimentos obtidos através de microalgas

que produzem substâncias antioxidantes e ácidos graxos, entre outros (TEODORO *et al.*, 2021).

O entendimento dos processos nutricionais e aplicação de microrganismos neste ramo da indústria alimentícia é usualmente associado aos profissionais da Nutrição, no entanto, por se tratar de um tema interdisciplinar e diretamente relacionado aos conteúdos de Ciências da Natureza, pode também servir como unidade didática para o trabalho docente em todos os níveis da educação.

Contexto Biotecnologia

A falta de ligação entre as próprias palavras-chave é ainda mais destacada neste tópico, sobretudo pela pandemia, assim como a falta de relação do contexto em questão com “vacinas”, uma vez que estas são desenvolvidas por meios biotecnológicos. Na Figura 5, abaixo, segue a representação das palavras citadas em relação a este contexto.

Figura : Nuvem de palavras para o contexto biotecnologia



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tendo em vista também o alto impacto socioeconômico da biotecnologia, Souza e Conte (2020) defendem que haja uma maior aproximação entre a universidade e a comunidade, visando sintonizar os indivíduos com CTS, tornando-os cidadãos ativos na sociedade.

É importante ressaltar que o estímulo a abordagens com enfoque CTS no ensino de Ciências Naturais é fundamentado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que dispõe de diretrizes para o desenvolvimento de competências em todos os níveis da educação básica (BRASIL, 2018).

Dado o cenário, ainda que este documento estimule a adoção das abordagens CTS, é necessário que a formação docente repense as práticas atuais, assim como a revisão dos planos político-pedagógicos das respectivas instituições de ensino, tornando esse instrumento um fio indutor de problematizações da realidade (LIMA *et al.*, 2018).

Nesse sentido, considerando o crescente avanço nos estudos em Biotecnologia e Microbiologia relacionados ao bem-estar social e ambiental, esses temas podem ser utilizados como unidades didáticas ou ponto de partida para o exercício docente no ensino de Ciências Naturais (SODRÉ-NETO; COSTA; COSTA, 2018).

Na análise dos testes, percebeu-se, também, dificuldade de associação nas palavras citadas com o propósito do TAP. Os participantes tiveram mais facilidade em relacionar microrganismos com “objetos”, isto é, instrumentos físicos que não necessariamente possuem relação direta com o objeto de estudo, distanciando a biotecnologia da vivência pessoal de cada estudante dentro do contexto social, corroborando Silva, Azevedo e Sodrê-Neto (2018) que apontam que existe um distanciamento entre a ciência da universidade e a ciência da escola, bem como a aprendizagem do docente e a do discente.

Esse apontamento pode estar relacionado com o fato de alguns dos estudantes não conseguirem estabelecer conexões adequadas, uma vez que o estímulo docente é importante para a construção do conhecimento científico desde o ensino básico.

Além disso, 5 dos testes não apresentaram nenhuma palavra, o que expressa não somente a dificuldade mencionada anteriormente, mas a

considerável falta de conexão, mesmo que indireta, de palavras neste tópico.

Análise das frases

Considerando o total de participantes, observou-se predominância do contexto “pandemia”, sobretudo no que diz respeito à vacinação para o enfrentamento da Covid- 19, em relação à quantidade de palavras do TAP.

Apesar desta grande quantidade de palavras atribuídas ao contexto “pandemia”, que totalizou 210 (23% do total) e levando em consideração que foi a palavra mais citada nas frases, a categoria “sem contexto” aparece expressiva com 12 frases (24,4%). Como exemplo deste grupo de frases, destacam-se “O uso de armas biológicas possui a capacidade de acabar com a própria biosfera” e “Pandemia: Força! Juntos vamos passar por isso”.

Em contrapartida, outros participantes apresentaram frases condizentes com o objetivo da pesquisa, como “É fato que o objeto de estudo da microbiologia, os microrganismos, é inerente à biosfera que vivemos e, portanto, estudos cada vez mais aprofundados nessa área são essenciais para o avanço científico geral” e “Com a ajuda da biotecnologia os cientistas fabricaram as vacinas”.

Observou-se, também, que mesmo nos TAPs com frases coerentes houve falta de relação entre as palavras citadas e a frase escrita, deixando em evidência o fato de que os participantes, apesar de conseguirem escrever uma frase contextualizada, não conseguiram associar palavras que possuem relação direta com o que foi escrito.

Nas frases contextualizadas que abordam “vacinas”, houve uma ênfase expressiva na importância da vacinação, com pouca menção da relevância da produção dos imunizantes, principalmente quando levados em consideração os processos ligados à biotecnologia, que foram essenciais para a produção das vacinas e seguem sendo imprescindíveis para o enfrentamento da pandemia e para o desenvolvimento científico de modo geral, que intensificam a relevância das abordagens com enfoque CTS para ampliar a alfabetização científica.

Considerações finais

A análise dos TAP aplicados nas turmas-alvo da escola participante possibilitou a identificação de concepções parcialmente adequadas e/ou descontextualizadas. A visão reducionista, parcial ou descontextualizada que apresenta a maior parte dos estudantes em relação a microrganismos atrelados a diferentes contextos, possivelmente tem relação com aspectos formais do ensino de Ciências Naturais quanto com a informalidade das outras vivências.

A maneira como são abordados os conteúdos voltados a Microbiologia e suas interfaces no ensino básico possivelmente tem relação com as falhas apresentadas na estrutura cognitiva dos participantes, visto que, em maioria, houve dificuldade em associar a influência sobretudo positiva dos microrganismos em cada um dos contextos propostos. Com isso, é importante mencionar a necessidade de ampliar as discussões sobre o ensino de Ciências Naturais com foco na facilitação de aprendizagem significativa de modo contextualizado e aplicável, aproximando a ciência da cotidiano dos estudantes.

Percebeu-se que estudantes, de modo geral, tiveram dificuldade em associar palavras-chave coerentes aos contextos, bem como termos que poderiam ser citados em diferentes tópicos, considerando a diversidade de ambientes em que os microrganismos estão presentes. Esta dificuldade de associação de termos coerentes com os contextos também reflete a falta de ligação com o cotidiano dos estudantes, distanciando o conhecimento científico da vivência particular e coletiva dos participantes dentro do contexto social.

Cognitive structure of high school students about general contexts related to microbiology

Abstract

Cognitive structure of students is directly related to knowledge and its built throughout the school career. The lack of contextualization with the prioritization of teaching focused exclusively on the exposure and memorization of concepts may be related to the difficulties encountered in the construction of meaningful and appropriate knowledge regarding the themes related to microbiology. This study aimed to analyze the cognitive structure of high school students in relation to general contexts related to Microbiology, as well as to search for concepts and interactions between them, through the Word Association Test (WAT) with subsequent creation of word clouds in order to express and discuss in more detail the distribution of responses. It was possible to identify decontextualized conceptions, problematized with the Teaching of Natural Sciences and its interfaces, which can serve as a reflection point for teaching practice. Keywords: Cognitive structure; Microbiology; Natural Science Teaching.

Keywords: Cognitive structure. Microbiology. Teaching.

Referências

- ATABEK, Y. E.; YILMAZLAR, M. CETIN, E. Investigation of Classroom Teacher Candidates' Cognitive Structures on Some Basic Science Concepts. **European Journal of Education Studies**, v. 2, n.1, p. 33-57, 2016. Disponível em: <https://oapub.org/edu/index.php/ejes/article/view/173/388>.
- AGRA, G.; FORMIGA; N. S.; OLIVEIRA, P. S.; COSTA, M. M. L.; FERNANDES, M. G. M.; NÓBREGA, M. M. L. Análise do conceito de Aprendizagem Significativa à luz da Teoria de Ausubel. **Revista Brasileira de Enfermagem**, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0691>.
- ANDRADE, W. T. V. S; SILVA, S. F. S; SANTOS, E. V. A. S.; MELO, M. L. DUTRA, T. O.; FERMOSELI, A. F. O. A RELAÇÃO NEUROFISIOLÓGICA EXISTENTE ENTRE MEMÓRIA E APRENDIZAGEM: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. **Caderno De Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde - UNIT – ALAGOAS**, v. 6. N. 3, 2021. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsbiosauade/article/view/7621/4541>.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- CÉLIA, J. A. INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E REOLÓGICAS DE IOGURTES NATURAIS. **Dissertação de mestrado**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, p. 1-47, 2015. Disponível em: https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_10/2017-06-26-10-55-32Dissertacao%20Juliana.pdf.
- DIULLARD, F. P; DE VOS, W. M. Biotechnology of health-promoting bacteria. **Biotechnology Advances**. v. 37, n. 6, 2019. DOI: [10.1016/j.biotechadv.2019.03.008](https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2019.03.008).
- FERNANDES, I. M. B.; PIRES, D. M.; IGLESIAS, J. D. Perspetiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 4, p. 875-890, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-7313201800400005>.
- FREITAS, P. N. N.; JUSTUS, J. F. C.; PILEGGI, S. A. V.; PILEGGI, M. RESSIGNIFICAÇÃO DE CONCEITOS SOBRE MICRORGANISMOS POR MEIO DE MAPAS CONCEITUAIS EM ALUNOS DE ENSINO MÉDIO. **Experiências em Ensino de Ciências**, UFMT, v. 15, n. 3, 2020. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/793>.
- LIMA, A. P. S.; KRAISIG, A; R.; SULZBACH, A. C.; SILVA; R. C. C. Análise sobre a CTS na BNCC segunda versão enquanto construção e desconstrução da temática face a políticas públicas. **Revista Gestão Universitária**, p. 1-12, 2018. Disponível em: <https://www.gestaouniversitaria.com.br/artigos-cientificos/analise-sobre-a-cts-na-bncc-segunda-versao-enquanto-construcao-e-desconstrucao-da-tematica-face-a-politicas-publicas>.

MOURA, J. H. C.; ROSA, M. I. P.; MASSENA, E. P. PRÁTICAS INTERDISCIPLINARES NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA: CONTEXTOS DISTINTOS, INDAGAÇÕES SIMILARES. **Ensaio – Pesquisa em Educação e Ciências**, v. 23, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172021230107>.

MEDEIROS, K. S. C.; BEZERRA, R. N. V.; NETO, L. S. Microbiologia em livros didáticos de Ciências e Biologia: Abordagem CTS e aplicabilidade do conhecimento. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 16, p. 1-19, 2023. DOI: 10.3895/rbect.v16n1.14605.

MORESCO, T. R.; CARVALHO, M. S.; KLEIN, V.; LIMA, A. S.; BARBOSA, N. V.; ROCHA, J. B. Ensino de microbiologia experimental para Educação Básica no contexto da formação continuada. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 3, 435-457, 2017. Disponível em: https://reec.educacioneditora.net/volumensses/volumen16/REEC_16_3_2_ex1156.pdf.

SODRÉ-NETO, L.; COSTA, A. S.; COSTA, M. V. M. BIOTECNOLOGIA E MICROBIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO: DE QUE MANEIRA OS ESTUDANTES ASSOCIAM ESTES TEMAS NUMA ABORDAGEM CTS? **Vivências, Revista Eletrônica de Extensão da URI**, v. 14, n. 26, p. 86-96, 2018. Disponível em: http://www2.reitoria.uri.br/~vivencias/Numero_026/artigos/pdf/Artigo_07.pdf.

SODRÉ-NETO, L.; Silva, D. M. F. ENSINO DE MICROBIOLOGIA A PARTIR DE SITUAÇÕES DO COTIDIANO DE ALUNOS DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA). **Vivências (URI. ERECHIM)**, v. 13, p. 188-195, 2017.

SILVA, F. B. O.; AZEVEDO, T. M.; SODRÉ-NETO, L.. CONCEPÇÕES DE PROFESSORES SOBRE FORMAÇÃO DOCENTE PARA PRÁTICA DE ENSINO EM CIÊNCIAS. **Revista Prática Docente**, v. 3, n. 2, p. 506-518, 2018. DOI: 10.23926/RPD.2526-2149.2018.v3.n2.p506-518.id228.

SOUZA, A. M; CONTE, H. CIÊNCIA ACESSÍVEL: O ENSINO DE BIOTECNOLOGIA PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO ATRAVÉS DE PROJETOS DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA. **Revista Saber Científico**, v. 9, n. 1, p. 152-159, 2020. Disponível em: <https://revista.saolucas.edu.br/index.php/resc/article/view/1304/pdf>.

SOUZA, A. R.; SILVA, C. D. D. GOMES, M. J. P. O; SANTOS, D. B. Vírus, saúde e pandemia: um estudo sobre as concepções alternativas de escolares do ensino fundamental. **Ensino, Saúde e Ambiente**, UFF, v. 16, p. 1-25, 2023. DOI: <https://doi.org/10.22409/resa2023.v16.a4967>.

STAMM, T. F. T.; MARTINS, J. L. C. Abordagem de microrganismos nos livros didáticos de ciências. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2825>.

SOUZA, M. O. P.; ALVES, R. R. N. A neurociência na formação dos educadores e sua contribuição no processo de aprendizagem. **Rev. Psicopedagogia**, 2017. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicoped/v34n105/09.pdf>.

SANTIAGO, D. D. S. A.; NUNES, A, O.; ALVES, L. A. O ESTADO DO CONHECIMENTO DE PESQUISAS SOBRE A FORMAÇÃO DE PROFESSORES COM ENFOQUE CTSA NO BRASIL. South **American Journal of Basic Education Technical and Technological**, Rio Branco, UFAC, v. 7, n. 2, 2020. Disponível em:

<https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/3252>.

TEODORO, N. X.; PEREIRA, Á. M. S; SANTOS; K. M. O.; BURITI; F. C. A. APLICAÇÃO DA BIOTECNOLOGIA NA PRODUÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE ALIMENTOS FUNCIONAIS: UMA REVISÃO. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 37, n. 1, jun. 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/Rayss/Downloads/53060-321412-1-PB.pdf>.

THOME, V. W.; DURO, M. L.; ANDRADE, C. L. História da Análise Matemática e Desenvolvimento Cognitivo, **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 34, n. 67, p. 399-420, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v34n67a03>.