

Biologia em Pauta: Tópicos Atuais em Pesquisa

ISBN: 78-65-88884-39-3

Capítulo 07

INTEGRAÇÃO DA PESQUISA CIENTÍFICA NO ENSINO DE BIOLOGIA: A ESSENCIAL INTERCONEXÃO DA PRÁTICA BASEADA EM EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS

Maria Aurea Soares De Oliveira ^a; Maria Do Socorro Costa ^b; Ana Emilia Miranda Dos Santos ^b; Vanessa Leopoldino Coelho Rodrigues ^c; Cintia Paz Nunes ^b; Lia Maria Rabelo Vasconcelos; Fábia Ferreira Campina ^b

^a Instituto Multiprofissional de Ensino

^b Universidade Regional do Cariri.

^c Instituto Brasil De Pós-Graduação, Ibras

Data de submissão: 02-05-2024

Data de aceite: 02-06-2024

Data de publicação: 19-11-2024

RESUMO

A pesquisa desempenha um papel fundamental na prática baseada em evidências, servindo como um alicerce indispensável para a tomada de decisões informadas e eficazes. Apoiando-se em estudos publicados em revistas e publicações de renome, podemos garantir que nossas ações sejam respaldadas por dados rigorosos e confiáveis. Esse estudo busca descrever, conforme a literatura publicada, a interconexão entre a pesquisa científica e o ensino de biologia, e como essa integração contribui para a prática baseada em evidências. Optou-se por uma revisão bibliográfica. Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: Artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais entre 2000 e 2023. Textos completos disponíveis nas bases de dados escolhidas. Estudos que abordem diretamente metodologias de ensino teórico-prático em biologia foram excluídos: Artigos que não se alinham com a temática e problemática proposta. Textos incompletos e/ou de acesso restrito. Artigos duplicados nas bases de dados. A ciência é um campo contínuo e dinâmico, em constante evolução. Para que suas práticas sejam eficazes e seguras, é imprescindível que se baseiem em evidências robustas, garantindo que as ações sejam orientadas por fatos concretos e dados confiáveis. Estudos baseados em práticas e em experiências previamente vivenciadas são essenciais para o avanço da biologia. A pesquisa, fundamentada em dados sólidos, é crucial para a prática das ciências biológicas, pois consolida o conhecimento existente e abre caminho para novas descobertas.

Palavras-chaves: Ensino de biologia; Pesquisas científicas; Educação em ciências.

1 INTRODUÇÃO

O nosso cotidiano está repleto de manifestações de fenômenos naturais, ocorrendo a olhos vistos por nós. Interpretá-los faz parte do nosso dia a dia, de onde partimos da nossa observação, experimentação ou por difusão cultural e familiar, fazendo-nos aceitá-las como explicações plausíveis para estes fenômenos (Cardoso; Carvalho, 2014).

O encorajamento e o desenvolvimento do Saber Científico se fazem necessários por propiciarem ao aluno melhor entendimento da Evolução Científica, das transformações que ocorrem na natureza e da história do homem. Sabe-se que

o ensino da Biologia deve despertar o raciocínio científico e não meramente informativo (Carmos; Schimin, 2013). Como a ciência é dinâmica, é imprescindível trazer as discussões em Biologia para a ordem do dia, mantendo atualizadas as coleções no curto – porém intenso do ponto de vista científico (Souza; Rocha, 2017).

A Biologia entra no nosso cotidiano por meio da mídia, estereotipada, com um campo das Ciências onde a sua atuação se baseia na busca por descobertas científicas que garantirão o nosso bem-estar, no desenvolvimento de tecnologias revolucionárias ou mesmo na conservação de espécies ameaçadas de extinção, sendo o biólogo trajado de jaleco ou de coletes e boinas. Tais arquétipos vêm a contribuir para o fato de muitos estudantes buscarem o curso de Biologia, sobretudo a licenciatura, sem o interesse pela docência e, neste caso, pela Didática (Cardoso; Carvalho, 2014).

A formação de um cientista ocorre por sua imersão em um contexto diferente daquele encontrado no cotidiano. O cientista forma-se ao entrar em contato com certos problemas, teorias e discussões de sua área de pesquisa. A formação enquanto pesquisador está relacionada à vivência das dificuldades da área, o convívio em um grupo de pesquisa, o levantamento de hipóteses e a tentativa de obter soluções (Meglioratti, 2008).

No campo do ensino da biologia, há um reconhecimento crescente da importância do desenvolvimento das competências de comunicação científica dos alunos, especialmente na transmissão de conceitos científicos complexos ao público (Cleveland; Reinsvold, 2017).

A pesquisa desempenha um papel fundamental na prática baseada em evidências, servindo como um alicerce indispensável para a tomada de decisões informadas e eficazes. Apoiando-se em estudos publicados em revistas e publicações de renome, podemos garantir que nossas ações sejam respaldadas por dados rigorosos e confiáveis. Este embasamento é crucial não apenas para a implementação de práticas educativas em sala de aula, mas também para orientar estratégias e intervenções em diversos setores específicos. Além disso, a valorização da pesquisa fortalece o compromisso com a melhoria contínua e a responsabilidade profissional. Ela nos incentiva a questionar, explorar e validar nossas abordagens, promovendo um ambiente de aprendizado e desenvolvimento constante.

Neste sentido esse estudo busca descrever, conforme a literatura publicada, a interconexão entre a pesquisa científica e o ensino de biologia, e como essa integração contribui para a prática baseada em evidências

2 METODOLOGIA

Para a realização deste estudo, optou-se por uma revisão bibliográfica, visando compilar e analisar criticamente a literatura existente sobre os fundamentos do ensino de biologia e as novas formas de ensino teórico-prático. Foram seguidos os procedimentos abaixo para a condução da pesquisa:

Inicialmente, foi formulada uma questão de pesquisa clara e específica, orientando a revisão: “Quais são as novas metodologias de ensino teórico-prático em biologia e como essas abordagens podem potencializar a aprendizagem e aplicação dos conceitos biológicos?

Posteriormente foi realizada uma busca ampla e na literatura em bases de dados eletrônicas reconhecidas Scielo e no buscador virtual Google acadêmico. Para as buscas foram utilizadas as seguintes palavras-chave e combinações como “ensino de biologia”, “pesquisas científicas”, e “educação em ciências”.

Para assegurar a relevância e a qualidade das fontes selecionadas para esta revisão bibliográfica, foram definidos critérios rigorosos de inclusão e exclusão. Esses critérios permitiram uma seleção precisa e adequada dos estudos, garantindo a robustez das conclusões apresentadas. Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: Artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais entre 2000 e 2023. Textos completos disponíveis nas bases de dados escolhidas. Estudos que abordem diretamente metodologias de ensino teórico-prático em biologia foram excluídos: Artigos que não se alinham com a temática e problemática proposta. Textos incompletos e/ou de acesso restrito. Artigos duplicados nas bases de dados.

A seleção dos artigos seguiu um processo meticuloso e estruturado, composto por várias etapas, cada uma delas com o objetivo de garantir a relevância e a qualidade das fontes incluídas na revisão. A primeira etapa envolveu a leitura dos títulos dos artigos identificados nas bases de dados, com o objetivo de realizar uma avaliação preliminar da relevância. Nesta fase, artigos claramente não pertinentes ao tema foram excluídos. Os artigos que passaram pela triagem inicial tiveram seus resumos lidos e analisados. Essa etapa permitiu uma avaliação mais detalhada sobre a pertinência e a qualidade potencial dos estudos em relação ao tema de metodologias de ensino teórico-prático em biologia. A última etapa envolveu a leitura completa dos artigos que passaram pelas etapas anteriores. Esta leitura detalhada permitiu uma análise crítica e aprofundada do conteúdo de cada estudo, possibilitando a extração de dados relevantes e a identificação de metodologias e práticas significativas para a pesquisa. Este processo estruturado de seleção assegura que os artigos revisados sejam de alta qualidade e diretamente relevantes para os objetivos da pesquisa, proporcionando uma base sólida para as conclusões e recomendações apresentadas.

Os resultados da revisão foram organizados de maneira a facilitar a compreensão das novas formas de ensino teórico-prático em biologia, discutindo suas aplicações práticas e implicações para o ensino e aprendizagem. Esta metodologia garante uma abordagem sistemática e rigorosa, proporcionando uma visão abrangente e fundamentada das novas metodologias de ensino teórico-prático em biologia.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diversos artigos abordam amplamente o tema em questão, destacando aspectos relevantes que contribuem para o entendimento aprofundado do assunto (Quadro 1). Nesta seção de resultados, os dados serão expostos e analisados de forma detalhada, buscando evidenciar as principais descobertas, tendências e implicações práticas apontadas na literatura. Assim, o objetivo é oferecer uma visão abrangente e crítica que possa enriquecer a discussão e fundamentar futuras práticas e pesquisas na área.

Quadro 1: Estudos utilizados na pesquisa

| TÍTULO DA PESQUISA | AUTOR E ANO | OBJETIVO | RESULTADOS |
|--|--------------------|--|--|
| Communication skills profile of pre-service biology teachers | Amin et al., 2022 | Este estudo teve como objetivo determinar o perfil das habilidades de comunicação possuídas por professores de biologia em serviço no IAIN Ternate. | Os resultados indicaram que as habilidades de comunicação verbal e não verbal dos professores de biologia em formação eram extremamente deficientes. Essas descobertas fornecem aos educadores uma visão geral de abordagens de aprendizagem eficazes para treinar alunos para serem independentes e proficientes em habilidades do século XXI. |
| Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. | Brito et al., 2016 | O presente estudo aponta o ensino de ciências por investigação como uma prática pedagógica que facilita a alfabetização científica nos primeiros anos do Ensino Fundamental. | Os resultados revelaram que os alunos, quando convidados a fazer investigações semelhantes às feitas pela cultura científica, desenvolvem conteúdos conceituais em um contexto dotado de significados. De tal modo, os alunos se tornam capazes de utilizar conceitos científicos como instrumentos de leitura, significação e compreensão do mundo, isto é, alfabetizam-se cientificamente. |

| | | | |
|--|--------------------------|--|---|
| Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação | Carvalho, 2018 | <p>Tal síntese enfatiza os resultados de nossas investigações, destacando muitos dos conhecimentos que temos produzido ao longo das últimas décadas.</p> | <p>A partir daí, identificamos um dos problemas mais relevantes que nos desafiam atualmente: quando os professores aplicam nossas sequências de ensino investigativos, por que encontramos, com muito mais frequência, maior liberdade intelectual e construção do conhecimento científico pelos alunos nas aulas de Ciências do Fundamental I do que nas aulas de Física do curso médio? Considerando os conhecimentos e experiências desenvolvidos e vivenciados no LAPEF, levantamos algumas hipóteses sobre tal problema, esperando que futuras investigações sobre as mesmas – ou outras a elas relacionadas – possam contribuir para prosseguir nosso programa de pesquisa.</p> |
| Formação de pesquisadores: O papel de um grupo de pesquisa em Epistemologia da Biologia. | Meghioratti et al., 2008 | <p>Portanto, objetivamos investigar o papel do grupo de “Pesquisa em Epistemologia da Biologia” na formação de graduandos de Licenciatura em Ciências Biológicas enquanto pesquisadores.</p> | <p>Considerando a importância da compreensão da natureza da ciência, e sendo a mesma estimulada pela experiência do contexto científico, entendemos que a elaboração e o desenvolvimento de um grupo para a formação de pesquisadores na área de Ciências Biológicas, no qual além de atividades de orientação existam momentos de discussões sobre a Epistemologia da Ciência e Biologia e sobre os trabalhos desenvolvidos pelo grupo, pode trazer contribuições, tanto para a formação prática dos pesquisadores em ensino, quanto para uma compreensão da Biologia como uma ciência integrada</p> |

| | | | |
|--|--|--|--|
| Análise da linguagem de textos de divulgação científica em livros didáticos: contribuições para o ensino de biologia | Meghioratti et al., 2008 Souza; Rocha, 2017 | Analisar, sob a luz da Análise do Discurso, textos de DC inseridos em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio | Constatou-se preferência por textos mais didáticos ou com equilíbrio dos traços de didaticidade, científicidade ou laicidade. Identificou-se analogias e metáforas, auxiliando na explicação de termos científicos, e poucos erros conceituais. Conclui-se que a articulação entre DC e Ensino de Biologia, promovida pelos livros didáticos, pode contribuir para a formação de leitores, cabendo aos professores lerem e selecionarem textos mais adequados às suas aulas. |
| Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. | Solino et al., 2015 | Discutir e defender a proposta do ensino por investigação como uma abordagem didática que possibilita que os estudantes construam, por meio do envolvimento no processo de resolução de situações-problema | Entendemos que o ensino por investigação é uma forma de aproximar a cultura científica da cultura escolar, permitindo o estabelecimento de uma cultura própria da sala de aula de ciências. Nesse sentido, autores relacionam o processo de aprendizagem dos estudantes com uma prática de ofício, semelhante em alguns aspectos às práticas dos cientistas, mas que congrega elementos típicos do ambiente escolar. |

| | | | |
|--|------------------------------|--|--|
| Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. | Trivelato; Tonidandel, 2015. | Discutir algumas das peculiaridades da biologia e, na perspectiva da alfabetização científica e das práticas argumentativas, propor elementos estruturantes para a composição de sequências de ensino de biologia baseadas em investigação | Desenvolvemos uma discussão sobre a apropriação de práticas associadas à produção, à comunicação e à avaliação do conhecimento e à construção de argumentos na tentativa de valorizar a integração de tais práticas à educação científica. |
| Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens | Zômpero; Laburú, 2011. | Neste estudo, realizamos uma discussão sobre as diferentes abordagens acerca da utilização de atividades investigativas no ensino de Ciências, apresentadas na visão de diversos autores. | O estudo apresenta características apontadas por diversos autores, no que se refere a atividades investigativas, e visa mostrar o caráter não conclusivo que essa abordagem de ensino apresenta. Além das diferentes abordagens, também foram enfatizados os aspectos históricos que envolvem o ensino com a utilização de atividades investigativas |
| Identifying scientific reasoning skills of science education students. | Zulkipli, 2020 | O artigo discute um estudo realizado para investigar habilidades de raciocínio científico entre 82 professores de ciências em formação inicial na Faculdade de Educação, Universiti Teknologi MARA (UiTM), uma das universidades públicas da Malásia | As descobertas mostram que a maioria dos professores de ciências em formação inicial possui baixa habilidade em raciocínio científico. Também foi descoberto que não houve diferença significativa entre os professores de ciências em formação inicial das disciplinas de física, biologia e química examinadas. |

A sala de aula não é o espaço para que os alunos participem de processos de construção de conhecimento próprios dos cientistas, mas é o local em que travam contato com estes conhecimentos propostos e produzidos pela comunidade científica. Ao mesmo tempo, como espaço em que os estudantes têm contato com diferentes formas de conhecimento, a escola é um local com regras e práticas próprias, definindo sua cultura (Solino, Ferraz; Sasseron, 2015).

Considerando a importância da compreensão da natureza da ciência, e sendo a mesma estimulada pela experiência do contexto científico, entende-se que a elaboração e o desenvolvimento de um grupo para a formação de pesquisadores na área de Ciências Biológicas, no qual além de atividades de orientação existam momentos de discussões sobre a Epistemologia da Ciência e Biologia e sobre os trabalhos desenvolvidos pelo grupo, pode trazer contribuições, tanto para a formação prática dos pesquisadores em ensino, quanto para uma compreensão da Biologia como uma ciência integrada (Meghioratti, 2008).

De acordo com Krasilchik (2008) e Souza et al., (2015):

A abordagem do Ensino de Ciências por Investigação emerge por volta do início do século XX, influenciada pela pedagogia progressista de Dewey (membro da American Association for the Advancement of Science - AAAS), a qual, entre outros aspectos, criticava o modelo direutivo de ensino, concebido como transmissão de informações. Defendia a participação ativa do discente no processo de aprendizagem, uma vez que a ciência era vista não mais como um corpo de conhecimentos a ser aprendido mecanicamente, mas que o seu ensino deveria estar voltado para a aprendizagem de processos e/ou métodos usados nas ciências. Historicamente esta perspectiva foi influenciada por diferentes fatores sociais e políticos e, consequentemente, sofreu transformações no decorrer do tempo. A inclusão do inquiry na educação científica foi recomendada por Dewey a partir do livro *Logic: The Theory of Inquiry*, publicado em 22 de 1938. Vários pesquisadores foram atribuindo diversos termos para denominar propostas que enfatizavam atividades de cunho investigativo, como: aprendizagem por descoberta, inquiry, resolução de problemas e ensino por investigação.

Outro fato importante do ensino de ciências mencionando por Krasilchik (2008) e Souza et al., (2015) é que os alunos envolvidos no processo educacional possam vivenciar o método científico, seja por meio de aulas práticas ou projetos educativos, existem escolas da educação básica que não possuem laboratórios de Ciências, porém isso não impossibilita a realização de aulas nesse ambiente, visto que existem diversos recursos didáticos que podem ser utilizados ou até mesmo adaptados.

Partindo-se do pressuposto de que, quando bem empregada, uma abordagem didática tal como o Ensino por Investigação consegue contribuir com a construção de conhecimentos, a referida abordagem tem sido apontada como uma prática que, por meio de ensinar “sobre ciência”, bem como do “fazer ciência”, oportuniza ao estudante ser alfabetizado cientificamente, uma vez que lhes possibilita, a partir do exercício da investigação, refletir e argumentar sobre os elementos envolvidos nos fenômenos a partir de uma análise crítica (Brito; Fireman, 2016).

Carvalho (2018) aborda alguns dos elementos que caracterizam a construção/elaboração de um problema, trazendo ao entendimento de que um bom problema é aquele que provê as condições para que os estudantes consigam resolver e explicar o fenômeno envolvido no mesmo; para que as hipóteses levantadas pelos alunos levem a determinar as suas variáveis; para que os alunos relacionem o que aprenderam com o mundo em que vivem; para que os conhecimentos aprendidos sejam utilizados em outras disciplinas do conteúdo escolar.

Zômpero e Laburú (2011) enfatizam que “as atividades de investigação permitem promover a aprendizagem dos conteúdos conceituais, e também dos conteúdos procedimentais que envolvem a construção do conhecimento científico”. E acrescentam que (2011): Essas atividades, sejam elas de

laboratório ou não, são significativamente diferentes das atividades de demonstração e experimentações ilustrativas, realizadas nas aulas de Ciências, por fazerem com que os alunos, quando devidamente engajados, tenham um papel intelectual mais ativo durante as aulas.

O estudo de Trivelato e Tonidandel (2015) busca discutir algumas peculiaridades da biologia e, sob a ótica da alfabetização científica e das práticas argumentativas, propor elementos estruturantes para a criação de sequências de ensino de biologia baseadas em investigação. Cada tipo de atividade proposto pode contribuir de maneira única para aproximar os estudantes da cultura científica, familiarizando-os com as práticas da ciência e com as formas de construção do conhecimento.

Alguns estudos indicam metodologias específicas que, embora focadas na educação STEM tradicional com ênfase no conhecimento de conteúdo, sinalizam uma mudança em direção ao desenvolvimento de competências científicas mais amplas (Zulkipli, 2020). A bioinformática, por sua vez, tem se consolidado como um componente essencial em diversas pesquisas biomédicas e carreiras na área da saúde (Mulder et al., 2018). Entretanto, promover o domínio de conteúdos específicos, aliado ao desenvolvimento de habilidades processuais, continua sendo um desafio no ensino de graduação em biologia (DebBurman, 2002).

A alfabetização científica e as habilidades de comunicação são destacadas como essenciais no ensino de biologia, com uma demanda por objetivos explícitos do curso com foco na compreensão da literatura científica e na comunicação científica eficaz (Brownell et al., 2013). A aprendizagem baseada em investigação é proposta como uma abordagem ativa para melhorar as habilidades de pensamento criativo e as atitudes científicas entre estudantes de biologia (Sandika; Fitrihidajati, 2018). Além disso, sugere-se a integração da redação de artigos científicos em cursos como Sistemática Animal para treinar os alunos em alfabetização científica por meio de atividades práticas de redação (Faizah; Rahayu, 2019).

Além disso, foi demonstrado que a incorporação de abordagens de aprendizagem colaborativas e baseadas em investigação, como experiências de pesquisa de graduação baseadas em cursos (CUREs) e cursos investigativos, aumenta o envolvimento dos alunos e os resultados de aprendizagem no ensino de biologia (Heim, Holt, 2019). As habilidades de comunicação são enfatizadas como cruciais para que os professores de biologia em formação possam transferir efetivamente conhecimentos e percepções científicas (Amin et al., 2022). Além disso, o desenvolvimento da literacia em investigação entre os professores é visto como fundamental na integração da investigação nas práticas de aprendizagem (Evans et al., 2017).

Com relativa frequência, as atividades experimentais são de difícil implementação no ensino de biologia – as montagens com seres vivos requerem vários dias de observação; os resultados podem ser diferentes para cada indivíduo testado sob as mesmas variáveis; a manutenção ou a experimentação com seres vivos envolve problemas práticos e éticos; os resultados são verificados por meio de evidências indiretas, etc. Pode-se imaginar que, com tais dificuldades para a realização de atividades experimentais, a proposição de sequências investigativas para o ensino de biologia tenha, pelo menos de início, uma redução de repertório (Trivelato; Tonidandel, 2015)

Conforme destaca Dutra (2000), a educação científica “assemelha-se a um processo de iniciação, no qual o futuro cientista é gradualmente integrado a uma comunidade.”

4 CONCLUSÃO

A ciência é um campo contínuo e dinâmico, em constante evolução. Para que suas práticas sejam eficazes e seguras, é imprescindível que se baseiem em evidências robustas, garantindo que as ações sejam orientadas por fatos concretos e dados confiáveis. No contexto da biologia, essa necessidade é ainda mais evidente, uma vez que os avanços nas pesquisas trazem novas descobertas e modificam o entendimento dos processos biológicos. Assim, o aprofundamento constante em estudos, referências confiáveis e evidências científicas é fundamental para acompanhar essa evolução, assegurando que o conhecimento aplicado esteja sempre alinhado com as descobertas mais recentes e pertinentes.

Estudos baseados em práticas e em experiências previamente vivenciadas são essenciais para o avanço da biologia. A pesquisa, fundamentada em dados sólidos, é crucial para a prática das ciências biológicas, pois consolida o conhecimento existente e abre caminho para novas descobertas. Este estudo, além de sustentar a literatura científica atual, também atualiza dados e oferece novas informações que podem contribuir para futuras pesquisas e práticas na área. Dessa forma, ele não apenas reforça o que já é conhecido, mas também propõe novas perspectivas para o desenvolvimento contínuo do campo.

REFERÊNCIAS

- AMIN, A.; KARMILA, F.; PANTIWATI, Y.; ADIANSYAH, R.; YANI, A. (2022). Communication skills profile of pre-service biology teachers. **Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa**, 8(4), 2109-2115, 2022.
- BROWNELL, S.; PRICE, J.; STEINMAN, L. A writing-intensive course improves biology undergraduates' perception and confidence of their abilities to read scientific literature and communicate science. **Ajp Advances in Physiology Education**, 37(1), 70-79, 2013.
- BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 1, p. 123-146, 2016.
- CARDOSO, N. S.; CARVALHO, A. D. F. **Ensino e pesquisa em ciências e biologia na educação básica** / organizadores, – Teresina : EDUFPI, 120p. 2014.
- CARMO, S.; SCHIMIN, E. **O ensino da biologia através da experimentação.** Estado do Paraná: Secretaria de Estado da Educação. Recuperado de: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1085-4.pdf>, 2013.
- CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.
- CLEVELAND, L.; REINSVOLD, R. Development of oral communication skills by undergraduates that convey evolutionary concepts to the public. **Journal of Microbiology and Biology Education**, 18(1), 2017.
- DEBBURMAN, S. Learning how scientists work: experiential research projects to promote cell biology learning and scientific process skills. **Cell Biology Education**, 1(4), 154-172, 2002.
- DUTRA, L.H.A. 2000. **Epistemologia da aprendizagem.** Rio de Janeiro: DP&A.

- EVANS, C.; WARING, M.; CHRISTODOULOU, A. Building teachers' research literacy: integrating practice and research. **Research Papers in Education**, 32(4), 403-423., 2017.
- FAIZAH, U. AND RAHAYU, D. Integration of scientific article writing in the animal systematics course to train scientific literacy, 2019.
- HEIM, A.; HOLT, E. Benefits and challenges of instructing introductory biology course-based undergraduate research experiences (cures) as perceived by graduate teaching assistants. **Cbe—life Sciences Education**, 18(3), ar43, 2019.
- KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. São Paulo: Edusp, 2008.
- MEGLHIORATTI, F. A. et al. Formação de pesquisadores: O papel de um grupo de pesquisa em Epistemologia da Biologia. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 6, n. S1, 2008.
- MULDER, N.; SCHWARTZ, R.; BRAZAS, M.; BROOKSBANK, C.; GAËTA, B. MORGAN, S.; WELCH, L. The development and application of bioinformatics core competencies to improve bioinformatics training and education. **Plos Computational Biology**, 14(2), e1005772, 2018.
- PEZZEMENTI, L.; JOHNSON, J. A collaborative, investigative recombinant dna technology course with laboratory*. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, 30(6), 376-379, 2002.
- SANDIKA, B.; FITRIHIDAJATI, H. Improving creative thinking skills and scientific attitude through inquiry-based learning in basic biology lecture toward student of biology education. **Jpbi (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)**, 4(1), 23-28, 2018.
- SOUZA, P. H. R. D.; ROCHA, M. B. Análise da linguagem de textos de divulgação científica em livros didáticos: contribuições para o ensino de biologia. **Ciência & Educação (Bauru)**, 23(2), 321-340, 2017.
- SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. **Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares**. Atas do XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física (ESNEF), Uberlândia-MG, 2015. Disponível em: . Acesso em: 10 set. 2021.
- TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 97-114, 2015.
- ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 3, 2011 Disponível em: Acesso em: 10 set. 2021.
- ZULKIPLI, Z. Identifying scientific reasoning skills of science education students. **Asian Journal of University Education**, 16(3), 275, 2020.