

**ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: A RELEVÂNCIA DA
EXPERIMENTAÇÃO NO CONTEÚDO DE MICROBIOLOGIA PARA ALUNOS
DO ENSINO MÉDIO**

**SCIENCE TEACHING BY INVESTIGATION: THE RELEVANCE OF
EXPERIMENTATION IN MICROBIOLOGY CONTENT FOR HIGH SCHOOL
STUDENTS**

**ENSEÑANZA DE CIENCIAS MEDIANTE LA INVESTIGACIÓN: LA
RELEVANCIA DE LA EXPERIMENTACIÓN EN CONTENIDOS DE
MICROBIOLOGÍA PARA ESTUDIANTES DE SECUNDARIA**

CAVALCANTI, Danilo Ramos¹

ANDRADE, Maria Lucikelly Beatriz²

RESUMO

O Ensino de Ciências por Investigação tem como objetivo a promoção do pensamento crítico, por meio da sala de aula como um ambiente investigativo para trabalhar o conhecimento científico. Por isso, o presente estudo teve como objetivo apresentar aos estudantes a importância da experimentação no processo de ensino-aprendizagem para compreensão da ubiquidade de microrganismos. A pesquisa foi realizada com alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola estadual, os quais responderam ao questionário pré-teste, realizaram os testes experimentais, fizeram as observações do crescimento de microrganismos por cinco dias e responderam ao questionário pós-teste. Os alunos apresentavam conhecimento prévio sobre o conteúdo, porém desconheciam o termo “meio de cultura”, revelando que as experiências não são uma realidade no cotidiano escolar. Logo, conclui-se que a atividade experimental é uma estratégia indispensável para o aprendizado da Microbiologia no Ensino de Biologia.

PALAVRAS-CHAVE: Microbiologia; Ensino-aprendizagem; Experimentação.

¹ Centro Universitário da Vitória de Santo Antão (UNIVISA). Vitória de Santo Antão, PE, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5577-2708>. E-mail: danilorc16@gmail.com

² Centro Universitário da Vitória de Santo Antão (UNIVISA). Vitória de Santo Antão, PE, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2372-6157>. E-mail: lucikellybeatriz@gmail.com

ABSTRACT

The Teaching of Science by Investigation aims to promote critical thinking, through the classroom as an investigative environment to work on scientific knowledge. Therefore, this study aimed to introduce students to the importance of experimentation in the teaching-learning process to understand the ubiquity of microorganisms. The research was carried out with 2nd year high school students from a state school, who answered the pre-test questionnaire, carried out the experimental tests, observed the growth of microorganisms for five days and answered the post-test questionnaire. Students had prior knowledge about the content, but did not know the term “culture medium”, revealing that experiences are not a reality in everyday school life. Therefore, it is concluded that the experimental activity is an indispensable strategy for learning Microbiology in Biology Teaching.

KEYWORDS: Microbiology; Teaching-learning; Experimentation.

RESUMEN

La Enseñanza de las Ciencias por la Investigación tiene como objetivo promover el pensamiento crítico, a través del aula como ámbito investigativo para trabajar el conocimiento científico. Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo introducir a los estudiantes en la importancia de la experimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje para comprender la ubicuidad de los microorganismos. La encuesta se realizó con estudiantes de 2º año de bachillerato de un colegio estatal, quienes respondieron el cuestionario pre-test, realizaron las pruebas experimentales, observaron el crecimiento de microorganismos durante cinco días y respondieron el cuestionario post-test. Los estudiantes tenían conocimientos previos sobre el contenido, pero desconocían el término “medio de cultivo”, revelando que las experiencias no son una realidad en el cotidiano escolar. Por lo tanto, se concluye que la actividad experimental es una estrategia indispensable para el aprendizaje de la Microbiología en la Enseñanza de la Biología.

PALABRAS-CLAVE: Microbiología; Enseñanza-aprendizaje; Experimentación.

INTRODUÇÃO

O trabalho experimental nas escolas de educação básica teve origem há mais de um século e foi influenciado pelos resultados das pesquisas educacionais, que comprovaram o potencial dessas práticas no ensino. Seu aprimoramento visa à melhoria de conteúdos científicos com aplicação prática do conteúdo teórico vivenciado (SILVA; MORAIS; CUNHA, 2011).

Um dos maiores desafios dos professores em sala de aula é conscientizar os alunos sobre a relevância do conteúdo e promover sua participação nas atividades para que possam ter um papel de protagonista na construção do próprio conhecimento. As emoções negativas dos alunos, frequentemente encontradas em sala de aula, podem estar relacionadas à forma de aprendizagem do conteúdo. Na maioria dos casos, o professor desempenha o papel de detentor do conhecimento, enquanto os alunos sentam-se lado a lado e copiam o conteúdo apresentado no quadro, que normalmente é o mesmo conteúdo fornecido em seus livros didáticos (MOREIRA, 2010; BICHO; QUEIROZ; RAMOS, 2016).

Ao longo dos anos, os indicadores de qualidade da educação básica internacional, nacional e local indicaram que esse problema ainda existe no ensino de Biologia. Percebe-se que a teoria prevalece em relação à prática, trazendo dificuldades ao aprendizado do aluno (SILVA; MORAIS; CUNHA, 2011).

Nesse sentido, as atividades práticas podem ser utilizadas como uma ferramenta relevante, contribuindo significativamente para o desenvolvimento da visão de mundo científica. Essas atividades devem ser realizadas por meio de pesquisas, que gerarão reformulações e reflexões por parte dos alunos para construção do próprio conhecimento, mediadas pelo professor. Desta forma, os conteúdos teóricos terão sentido para aplicações no cotidiano de forma prática (ANDRADE; MASSABNI, 2011; LIMA; GARCIA, 2011).

Dentro do Ensino de Ciências, a Microbiologia é uma ciência que estuda microrganismos, envolvendo fatores relacionados à função, diversidade, evolução e ecologia dos microrganismos. Os microrganismos ocupam os lugares mais diversificados, tais como: água, solo, animais e plantas, estruturas feitas pelo homem e ambientes extremos, que favoreçam o seu crescimento. No corpo humano, existem mais células microbianas do que no próprio corpo (MADIGAN *et al.*, 2016).

A falta de conexão entre pesquisa e experiência dificulta o aprendizado da Microbiologia, por isso faz-se necessário desenvolver estratégias de ensino que facilitem os professores a inspirarem seus alunos a se relacionarem e compreenderem o conhecimento aplicado na ciência (CASSANTI *et al.*, 2008; KIMURA *et al.*, 2013).

Diante do contexto, este artigo teve como objetivo apresentar aos estudantes a importância da experimentação no processo de ensino-aprendizagem para compreensão da ubiquidade de microrganismos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A expressão “experimentação” é polissêmico, isto é, pode ter mais de um significado (MORI; CURVELO, 2017), podendo estar associado às pesquisas em ciências de natureza empírica ou práticas laboratoriais relacionadas ao ensino (DUIT; TESCH, 2010). O termo “experimento” possivelmente foi usado pela primeira vez por Roger Bacon, no século XIII, para implicar em pesquisas de intervenção ativa na natureza, passando o termo a ser expresso como ciência experimental. Contudo, foi Francis Bacon, no século XVI, que o método indutivo experimental recebeu destaque na ciência (RACIK; PEDUZZI; ANGOTTI, 2018).

Taha *et al.* (2016) pontua que existem quatro tipos de experimentação, a saber: show, ilustrativa, investigativa e problematizadora. Na experimentação show, aplicada para atrair a atenção dos alunos para o experimento em si, por meio de cores, porém deve transcender na direção da construção do conhecimento (GONÇALVES; GALIAZI, 2004; GONÇALVES, 2009). A experimentação ilustrativa, segundo Oliveira (2010), também denominada de demonstrativa está centrada no docente, pois ele executa e os alunos observam o fenômeno; geralmente são usadas em aulas expositivas. Todavia, Forster (2010) pontua que é essencial haver articulação teórica e prática, para que não fique apenas a nível demonstrativo.

Na experimentação investigativa, a prática deve organizar experimentos que visem à obtenção de dados, interpretações, análises, observações e compilação de resultados. De acordo com Oliveira (2010) e Malheiro (2016), nesse tipo de investigação os alunos são os protagonistas no processo de construção do conhecimento, uma vez que participam de

todas as etapas do processo. A experimentação problematizadora, discutida por Giordan (1999), é pautada na pedagogia problematizadora de Freire (2005).

No Ensino de Ciências, a investigação permite a contextualização e questionamentos baseados em uma proposta investigativa, por meio da criação de problemas reais (GUIMARÃES, 2009). Conforme Receputi (2020), um dos objetivos do ensino das Ciências é propiciar interpretações de fenômenos naturais, logo, é importante a apropriação do conhecimento científico na dimensão escolar.

As experimentações permitem a reestruturação do pensamento do aluno, tornando eficaz a educação científica (KRASILCHIK, 2004; GASPAR, 2003). Por meio de aulas experimentais, atreladas à investigação, o professor tem a possibilidade de averiguar erros conceituais e concepções alternativas (CARVALHO *et al.*, 2005).

ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

O Ensino de Ciências por Investigação tem como objetivo a promoção do pensamento crítico, por meio da sala de aula como um ambiente investigativo para trabalhar o conhecimento científico (CARVALHO, 2013; BOSZKO, GÜLLICH, 2019). Este ensino é considerado uma abordagem didática, pois está associado às ações e práticas realizadas pelo professor para atribuição de atividades que permitam o desenvolvimento da liberdade intelectual dos alunos (SASSERON, 2015; SOLINO, 2017; FREIBERG, 2015; SOUZA, 2015).

O conhecimento prévio e a experiência vivenciada pelos alunos no cotidiano são levados em consideração para que ocorra o desenvolvimento e o uso do raciocínio científico, para desenvolvimento de uma postura crítica por meio das práticas científicas e epistêmicas desenvolvidas (CARVALHO, 2013; FERRAZ; SASSERON, 2017; MACHADO; SASSERON, 2012).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC),

o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem (BRASIL, 2018).

No Ensino de Ciências por Investigação o planejamento deve ser associado à natureza de cada Ciência, para que ocorram momentos para os alunos formularem e testarem as suas hipóteses, argumentarem, discutirem e construir o conhecimento, não se limitando apenas à leitura e escrita de textos científicos. Desta forma, os alunos poderão alcançar a Alfabetização Científica, um objetivo importante no ensino de Ciências (CARVALHO, 2013), para que consigam ler o mundo ao seu redor e transformar a realidade (CHASSOT, 2018).

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola estadual do município de Chã Grande – PE, com alunos do 2º ano do Ensino Médio, sendo desenvolvida em quatro momentos. A pesquisa ocorreu no segundo semestre de 2021, quando as escolas estaduais de Pernambuco voltaram às aulas presenciais com 100% da totalidade dos alunos, devido à redução de casos de números de COVID-19.

No primeiro, foi aplicado um questionário constituído por cinco questões discursivas para verificar o conhecimento prévio dos alunos acerca do conteúdo “Bactérias”.

No segundo momento, foi ministrada uma aula expositiva utilizando data show, apresentando slides que abordavam os seguintes tópicos: morfologia, crescimento e reprodução bacteriana. Logo após, os alunos foram divididos em quatro grupos com quatro integrantes para a realização dos experimentos.

No terceiro momento, foi realizada a experimentação sobre ubiquidade de micro-organismos. A ubiquidade diz respeito aos microrganismos que são encontrados em uma grande diversidade de ambientes. Desta forma, utilizaram-se placas de Petri com meio de cultura ágar base. O meio de cultura foi preparado no Laboratório de Microbiologia do Centro Universitário da Vitória de Santo Antão para confecção das placas de Petri. Posteriormente, foram revestidas por filme plástico, acondicionadas em caixa de isopor e transportadas até a escola. Os alunos escolheram um local da escola para expor as placas por um tempo de 15 minutos. Em seguida, as placas foram fechadas e identificadas.

No quarto momento, aconteceu a aplicação do questionário pós-teste e a entrega

dos registros fotográficos via WhatsApp que é um software para smartphones utilizado para troca de mensagens de texto instantaneamente, além de vídeos, fotos e áudios através de uma conexão à internet, e a entrega da ficha (presencialmente). Em seguida, foi exibido um vídeo mostrando todas as etapas no processo de preparação da lâmina de vidro (disponível em: <https://youtu.be/N8TchY8bToI>).

O estudo faz parte de um projeto intitulado “Intervenções didáticas no ensino das ciências: da educação básica ao ensino superior”, o qual foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Centro Universitário da Vitória de Santo Antão, com parecer de número 5.145.899 e protocolado com CAAE: 53687421.8.0000.9227. Os alunos assinaram o Termo de Assentimento Livre Esclarecido para participarem da pesquisa e os responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Participaram da atividade 16 alunos do 2º ano do ensino médio em uma escola estadual da cidade de Chã Grande-PE. Durante a prática foi perceptível que os alunos estavam atentos na explicação da introdução feita, resultando na participação de todos na construção da atividade.

No quadro 1, percebe-se que os alunos tinham um conhecimento prévio acerca do tema proposto, contudo apenas um aluno sabia o que era um meio de cultura (A10).

Quadro 1. Questionário pré-teste sobre bactérias aplicado aos alunos do 2º ano do Ensino Médio.

Pergunta	Resposta
O que é bactéria?	A1: As bactérias são seres procariontes e unicelulares, uma única célula sem núcleo e organela ligada à membrana. A2: Não respondeu A3: É uma célula A5: Um organismo A4, A7, A8: Seres procariontes
O que é colônia bacteriana?	A6, A13: Um conjunto de bactérias. A2, A5, A7: Não responderam A3: Massa visível de células A12: O cultivo de bactérias controlando o crescimento de colônia desse organismo para facilitar o estudo

Pergunta	Resposta
Em quais locais podemos encontrar bactérias?	A1, A6: Em todo ser vivo. A2, A7: Não responderam A14: As bactérias vivem dentro e fora do organismo humano, mais que no banheiro estão na boca, pele, intestino. A16: Pelos objetos e etc. A15: Quase em todas as partes do corpo e lugares
O que é um meio de cultura?	A9: Estuda as bactérias A10: Material nutriente preparado para o crescimento de micro-organismo em laboratório A2, A6, A11, A13, A16: Não responderam
Você acha que o tempo de exposição tem influência no crescimento bacteriano? Justifique sua resposta.	A1: Sim, porque quanto mais exposto mais as bactérias se desenvolvem. A2, A5, A9: Não responderam A3: Sim, ela pode se proliferar. A4: Não tem tamanho celular A12: Tem sim, porque ele aumenta este crescimento.

Por se tratar de um termo bastante aplicado na rotina laboratorial (cultura de microrganismos), percebeu-se que os alunos não demonstraram familiaridade com o mesmo, refletido assim, poucas ou até mesmo a ausência da realização de aula laboratorial de Microbiologia. De acordo com Barbosa; Oliveira (2015), quando há interação entre a teoria em sala de aula e a prática vivenciada pelos alunos, estes têm a oportunidade de acompanhar, sentir, tocar e até mesmo implementar a prática para fortalecer a experiência e a construção de conceitos científicos.

A prática é um método de ensino que pode atrair a atenção dos alunos, estimular a curiosidade e encorajar os alunos a participarem e cooperarem. Desta forma, o experimento torna-se uma ferramenta de ensino, e a aula prática um complemento à aula teórica, que auxilia os alunos a formarem o pensamento científico e a desenvolverem suas habilidades (RABELO *et al.*, 2020). A importância da sala de aula é igual ou superior à aula expositiva, pois neste momento serão observados os eventos do fenômeno em estudo, sendo possível perceber que os detalhes que antes não tinham valor tornaram-se primordial.

As atividades experimentais não são o único espaço possível para os laboratórios escolares, pois podem ser realizadas em outros espaços educacionais como salas de aula

(PARANÁ, 2008). Porém, para por em prática o uso de aulas experimentais, os professores devem ter em mente que essas aulas não são demoradas, pois diversos alunos e professores se deparam com tais problemas, por isso é necessário enfatizar antes da aula experimental.

As placas de Petri foram expostas por 15 minutos em quatro locais escolhidos pelos grupos: pia do banheiro masculino, lixeira, balcão da secretaria da escola e palco da escola (Fig. 1). Posteriormente foram fechadas, vedadas e identificadas e, diariamente, os alunos efetuaram o registro do número de colônias e das colorações presentes nas placas em uma ficha (Quadro 2). No último dia, foi realizado o registro fotográfico das placas (Fig. 2).

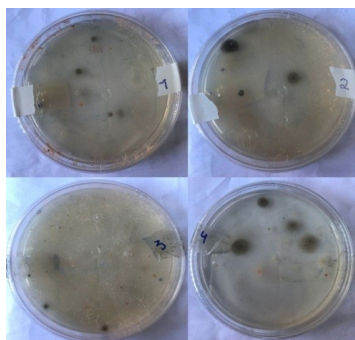
Figura 1. Locais de exposição da placa de Petri por 15 minutos.



Legenda: A - pia do banheiro masculino; B – lixeira.

Fonte: Autores.

Figura 2. Placas de Petri expostas por 15 minutos após cinco dias de incubação.



Legenda: 1 - pia do banheiro masculino; 2 – palco; 3 – Lixeira; 4 - Secretaria.

Fonte: Autores.

Quadro 2. Ficha de registro de crescimento de microrganismos nas placas de Petri no tempo de 15 minutos

Dia	Quantidade de colônias	Cores
01	Placa 01: Sem colônia Placa 02: Sem colônia Placa 03: Sem colônia Placa 04: Sem colônia	Placa 01: Sem alteração Placa 02: Sem alteração Placa 03: Sem alteração Placa 04: Sem alteração
02	Placa 01: Sem colônia Placa 02: 2 colônias Placa 03: Sem colônia Placa 04: 1 colônia	Placa 01: Sem alteração Placa 02: Sem alteração Placa 03: Sem alteração Placa 04: Coloração branca
03	Placa 01: 12 colônias Placa 02: Aproximadamente 20 colônias Placa 03: 2 colônias Placa 04: 5 colônias	Placa 01: Sem alteração Placa 02: Sem alteração Placa 03: Coloração branca e cinza Placa 04: Coloração branca
04	Placa 01: 16 colônias Placa 02: 20 pequenas e 2 media Placa 03: 3 colônias Placa 04: 9 colônias	Placa 01: Coloração branca Placa 02: Coloração amarelada Placa 03: Coloração branca, laranja e cinza Placa 04: Coloração verde e branca
05	Placa 01: 24 colônias Placa 02: 2 colônias grandes e algumas médias Placa 03: 5 colônias Placa 04: 9 colônias	Placa 01: Coloração branca, amarela e preta Placa 02: Coloração preta e laranja Placa 03: Coloração branca, laranja e cinza Placa 04: Coloração verde, branca e preta

Segundo Gaspar (2003), as atividades experimentais têm por objetivo “promover a interação social e tornar as explicações mais acessíveis e eficazes”, promovendo reflexões por parte dos alunos, conforme cita Azevedo (2009). As atividades experimentais apresentam vantagens sobre as atividades teóricas, porém devem ser complementares, uma vez que experimentos por si só não podem desencadear uma relação com o conhecimento científico, mas sim uma combinação de teoria e prática (GASPAR, 2003).

A experiência vivenciada em um laboratório ou sala de aula oferece aos alunos uma visão ampla dos microrganismos e sua importância. Portanto, ao vincular o conteúdo ao cotidiano, o aluno passa a estabelecer a correlação entre a teoria e a realidade (KIMURA *et al.*, 2013). Os experimentos de ensino melhoram a capacidade de aprendizagem porque ajudam a superar as barreiras cognitivas para a compreensão de tópicos científicos, não apenas por fornecer explicações específicas, mas também por sua natureza investigativa (SILVA *et al.*, 2015).

Segundo Silva *et al.* (2018), o conteúdo teórico das disciplinas de biologia pode ser ministrado por meio de métodos tradicionais de ensino ou métodos inovadores chamados de experimentos, nos quais cursos práticos são abertos e os alunos participam ativamente da educação processual. Além disso, contribui para a formação dos alunos, amplia seus conhecimentos e enriquece a sala de aula, pois possibilita a troca de ideias entre professores e alunos e proporciona discussões sobre questões do conhecimento científico (JACOBUCCI; JACOBUCCI, 2009).

Após o preenchimento da ficha de registro, os alunos responderam um questionário pós-teste com duas questões acerca do experimento realizado (Quadro 3). Todos os alunos responderam as perguntas solicitadas, mostrando assim, que conseguiram interpretar o experimento realizado acerca da ubiquidade.

Quadro 3. Questionário pós-teste sobre a experimentação.

Pergunta	Resposta
Esses resultados permitem dizer que as bactérias que apareceram nos meios de cultura são nocivas à saúde?	A4: Talvez, só que não sabemos que tipo de bactéria é. A6: Essas bactérias que aparecem nem todas são nocivas. A7: Não, não sabemos certamente porque são muito pequenas a olho nu. A12: Sim, fazem mal a nossa saúde, mas, tem umas que não causa nenhum problema a nossa saúde.
O tempo de exposição da placa ao ambiente externo influencia na quantidade de bactérias no meio de cultura?	A10: Sim, porque o meio ambiente é muito poluído. A14: Sim, pois a placa estava exposta a tudo. A16: Sim, que quanto mais tempo, mais bactérias têm.

A prática laboratorial não substitui a teoria trabalhada em sala de aula, mas propicia condições necessárias para que o aluno possa planejar, agir e entender como acontece os processos que estão à sua volta (LIMA; TEIXEIRA, 2014).

O resultado dessa atividade demonstrou a presença dos microrganismos que estão espalhados no convívio social, que podem ou não ser prejudiciais à saúde humana, o que confirma as informações respondidas pelos alunos no quadro 3. Quando os estudantes têm a oportunidade de tocar e observar algo que lhe foi apresentado de maneira teórica em aula, as evidências de sua própria experiência fortalecem a construção do conceito científico (OLIVEIRA; MORBECK, 2019).

Na resposta de A4, percebe-se o aluno conseguiu indicar uma possibilidade, embora não haja certeza em relação à pergunta realizada a respeito da nocividade das bactérias no meio de cultura. Ao mencionar o advérbio “talvez” e em seguida justificar “só que não sabemos que tipo de bactéria é”, o aluno mostrou um posicionamento crítico em relação ao experimento feito, dando a entender que seriam necessários mais experimentos para inferir com precisão sobre o questionamento.

Moreira; Silva; Malheiro (2020) afirmam que “indivíduos alfabetizados cientificamente aprendem como se deve questionar o aprendizado que muitas vezes se dá através da investigação”. Desta forma, estes se tornam críticos com atitudes para argumentação por meio do conhecimento científico.

CONCLUSÃO

Com o estudo foi possível perceber que os conteúdos acerca de Microbiologia se limitam a teoria ou a vídeos, livros e outros recursos não laboratoriais. O desconhecimento do termo “meio de cultura”, a base para experimentos acerca da temática escolhida corrobora tal afirmação. Desta forma, percebe-se que a experimentação no ensino da Microbiologia é uma peça-chave para que os alunos consigam ampliar a sua visão de mundo por meio da experiência prática. O ensino por investigação é uma estratégia que favorece a aprendizagem de conceitos e temas tidos como abstratos na Biologia.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. L. F., MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. *Ciência e Educação*, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.
- AZEVEDO, M. C. *Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- BARBOSA, G. F., OLIVEIRA, C. N. Estratégias para o Ensino de Microbiologia: uma experiência com alunos do ensino fundamental em uma escola de Anápolis-GO – Universidade Federal de Goiás. *UNOPAR Científica Ciências Humanas e da Educação*, v. 16, n. 1, p. 5-13, 2015.
- BICHO, V. A.; QUEIROZ, L. C. S.; RAMOS, G. C. A experimentação na educação de jovens e adultos: uma prática significativa no processo de ensino aprendizagem. *Scientia Plena*, v. 12, n. 12, p. 1-8, 2016.
- BOSZKO, C.; GÜLLICH, R. C. Estratégias de ensino de ciências e a promoção do pensamento crítico em contexto brasileiro. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 2, n. 1, p. 53-71, 16 ago. 2019.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 05 jan. 2022.
- CARRARO, T. E. *et al.* Socialização como processo dinâmico de aprendizagem na enfermagem. Uma proposta de metodologia ativa. *Investigación y Educación en Enfermería, Antioquia*, v. 29, n. 2, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. *et al.* *Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 2ª edição, 2005.
- CARVALHO, A. M. P. *et al.* *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013, 1-20.

CASSANTI, A. C.; CASSANTI, A. C.; ARAÚJO, E. E.; URSI, S. Microbiologia democrática: estratégias de ensino-aprendizagem e formação de professores. *Enciclopédia Biosfera*, v. 4, n. 5, p. 1-27, 2008.

CHASSOT, A. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 8. ed. Ijuí: Unijuí, 2018. 360 p.

DUIT, R.; TESCH, M. *On the role of the experiment in science teaching and learning - Visions and the reality of instructional practice*. In: KALOGIANNAKIS, M.; STAVROU, D.; MICHAELIDIS, P. (Eds.). *Proceedings of the 7th International Conference on Hands-on Science*, p. 17-30, 2010.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 19, p. 1-25, 2017.

FONSECA, T. K. *et al.* Experimentação sobre Micro-organismos e Higienização das Mãos em Escolas de nível Fundamental II e Médio. *Cogitare*, v. 1, n. 1, p. 47-62, 2018.

FORSTER, C. J. F. *Uma Revisão Histórica do Papel da Experimentação na Educação Científica*. In: IV Mostra De Pesquisa Da Pós-Graduação – PUCRS, p. 69-571, 2010.

FREIBERG, H. L. *Elementos catalisadores para a promoção da negociação de sentidos*. 2015. 127 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 40 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GASPAR, A. *Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental*. São Paulo: Ática, 2003. 328p.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43-49, 1999.

GOMES, D. S. O uso da experimentação no ensino das aulas de ciências e biologia. *Revista Insignare Scientia*, v. 2, n. 3, p. 103-108, 2019.

GONÇALVES, F. P. *A problematização das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência dos formadores de professores de química*. 2009. 234 p. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

GONÇALVES, F. P.; GALIAZZI, M. C. *A natureza das atividades experimentais no ensino de ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de licenciatura*. In: Moraes, Roque e Mancuso, Ronaldo (Orgs.). *Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores*. Ijuí: Editora Unijuí, 2004.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 13, 2009.

JACOBUECCI, D. F. C.; JACOBUECCI, G. B. Abrindo o tubo de ensaio: o que sabemos sobre as pesquisas em divulgação científica e ensino de microbiologia no Brasil?. *JCOM*, v. 8, n. 2, p. 2-8, 2009.

KIMURA, A. H. *et al.* Microbiologia para o ensino médio e técnico: contribuição da extensão ao ensino e aplicação da ciência. *Revista Conexão UEPG*, v. 9, n. 2, p. 255-256, 2013.

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004.

LIMA, D. B., GARCIA, R. N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. *Cadernos do Aplicação*, v. 4, n. 1, 2011.

LIMA, K. E. C.; TEIXEIRA, F. M. A experimentação no ensino das ciências para a apropriação do conhecimento científico. *Revista da SBEnBIO*, v. 1, n. 7, p. 4516-4527, 2014.

MACHADO, V. F.; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de ciências: a construção teórica de categorias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 1, p. 29-44, 2012.

MADIGAN, M. T. *et al.* *Microbiologia de Brock*. Porto Alegre: Artmed. 2016.

MALHEIRO, J. M. S. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. *Actio: Docência em Ciência*, v. 1, n. 1, p. 107-126, 2016.

MOREIRA, A. S. R.; SILVA, E. S.; MALHEIRO, J. M. S. As evidências de alfabetização científicas em um clube de ciências da Amazônia. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 5, p. e111953111, 2020.

MOREIRA, M. A. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, p. 13-43, 2006.

MORI, R. C.; CURVELO, A. A. S. A polissemia da palavra “Experimentação” e a Educação em Ciências. *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 3, p. 291-304, 2017.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.

OLIVEIRA, P. B. L.; MORBECK, L. L. B. Contextualizando o ensino de microbiologia na educação básica e suas contribuições no processo de ensino-aprendizagem. *Revista Multidisciplinar e de Psicologia*, v. 13, n. 45, p. 450-461, 2019.

RABELO, E. R. *et al.* Aula prática com materiais de baixo custo: uma proposta alternativa para o ensino de microbiologia no ensino fundamental. *Múltiplos acessos*, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2020

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q.; ANGOTTI, J. A. P. Experimentos exploratórios e experientia literata: (re) pensando a experimentação. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 23, n. 1, p. 111-129, 2018.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, p 49-67, 2015.

SILVA, A. L. S. *et al.* Atividade experimental problematizada: uma proposta de diversificação das atividades para o ensino de ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 3, 2015.

SILVA, F. S. S.; MORAIS, L. J. O.; CUNHA, I. P. R. Dificuldades dos professores de Biologia em ministrar aulas práticas em escolas públicas e privadas do município de Imperatriz (MA). *Revista UNI, Imperatriz*, n. 1, p. 135-149, 2011.

SILVA, R. F. *et al.* A concepção dos alunos do ensino médio sobre a importância das aulas práticas de Biologia. *Diversitas Journal*, v. 3, n. 3, p.564-568, 2018.

SOLINO, A. P. *Problemas potenciais significadores em aulas investigativas: contribuições da perspectiva histórico-cultural*. 221 p. 2017. Tese (Doutorado em Educação), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

SOUZA, T. N. *Engajamento disciplinar produtivo e o ensino por investigação: estudo de caso em aulas de Física no Ensino Médio*. 2015. 137 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

TAHA, M. S.; LOPES, C. S. C.; SOARES, E. L. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de Ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 11, n. 1, p. 138-154, 2016.

Recebido em 5 de janeiro de 2022

Aceito em 20 de setembro de 2022



A e-Mosaicos Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (Cap-UERJ) está disponibilizada sob uma Licença [Creative Commons - Atribuição - NãoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Os direitos autorais de todos os trabalhos publicados na revista pertencem ao(s) seu(s) autor(es) e coautor(es), com o direito de primeira publicação cedido à e-Mosaicos.

Os artigos publicados são de acesso público, de uso gratuito, com atribuição de autoria obrigatória, para aplicações de finalidade educacional e não-comercial, de acordo com o modelo de licenciamento *Creative Commons* adotado pela revista.