

Sequência didática pautada no ensino por investigação para aulas de microbiologia no Ensino Médio

Didactic sequence based on research-based teaching for microbiology classes in High School

Secuencia didáctica basada en la enseñanza basada en la investigación para clases de microbiología en Secundaria

Recebido: 18/12/2023 | Revisado: 03/01/2024 | Aceitado: 10/01/2024 | Publicado: 13/01/2024

Lucas da Silva de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7594-465X>
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: lucasoliveira.ufrj@gmail.com

Louise da Silva Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2491-0440>
Instituto Oswaldo Cruz - Fiocruz, Brasil
E-mail: louise.rodrigues@gmail.com

Thaina Aparecida Pereira Moura Cerqueira

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8932-7410>
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: cerqueirathaina23@gmail.com

Águida Aparecida de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8685-0345>
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: aguidaoliveira@ufrj.br

Resumo

A falta de recursos e equipamentos nas escolas públicas leva a um ensino unidirecional centrado no professor, e repercute em baixo interesse por parte dos alunos na área de Ciências. A pandemia de COVID-19 realçou a necessidade de alfabetização científica na sociedade, principalmente nos indivíduos em idade escolar. O objetivo deste estudo se concentra em melhorar a alfabetização científica dos alunos do ensino médio em microbiologia por meio do ensino por investigação, apresentando uma opção de baixo a médio custo para apresentar aulas práticas de Microbiologia. Foram realizados dois experimentos em turmas noturnas do ensino médio no Rio de Janeiro, utilizando uma abordagem de ensino por investigação com atividades práticas, utilizando sementeira em meios de cultura básicos. Os resultados indicaram que essa metodologia envolveu ativamente os alunos, tornando-os protagonistas do aprendizado, permitindo-lhes explorar conceitos microbiológicos de maneira prática e acessível, tornando o conteúdo mais atrativo. Portanto, o estudo demonstra a eficácia das abordagens de ensino por investigação no ensino de microbiologia no ensino médio, enfatizando a importância de métodos interativos e práticos para melhorar a compreensão e o engajamento dos alunos.

Palavras-chave: Educação; Microbiologia; Ensino; Ciências; COVID-19.

Abstract

The lack of resources and equipment in public schools leads to unidirectional teaching centered on the teacher, and results in low interest on the part of students in the area of Science. The COVID-19 pandemic has driven the need for scientific literacy in society, especially among school-age individuals. The purpose of this study is to focus on improving high school students' scientific literacy in microbiology through inquiry-based teaching by presenting a low to medium cost option for presenting hands-on Microbiology classes. Two experiments were carried out in high school evening classes in Rio de Janeiro, using an investigation-based teaching approach with practical activities, using a semester in basic culture environments. The results indicated that this methodology involved students, making them protagonists of learning, allowing them to explore microbiological concepts in a practical and accessible way, making the content more attractive. Therefore, the study demonstrates the effectiveness of inquiry-based teaching approaches in teaching microbiology in secondary education, emphasizing the importance of interactive and hands-on methods to improve student understanding and engagement.

Keywords: Education; Microbiology; Teaching; Sciences; COVID-19.

Resumen

La falta de recursos y equipamiento en las escuelas públicas conduce a una enseñanza unidireccional y centrada en el docente, y redundante en un bajo interés por parte de los estudiantes por el área de Ciencias. La pandemia de COVID-19

ha impulsado la necesidad de alfabetización científica en la sociedad, especialmente entre las personas en edad escolar. El propósito de este estudio es centrarse en mejorar la alfabetización científica en microbiología de los estudiantes de secundaria a través de la enseñanza basada en la investigación presentando una opción de costo bajo a medio para presentar clases prácticas de microbiología. Se realizaron dos experimentos en clases nocturnas de escuelas secundarias de Río de Janeiro, utilizando un enfoque de enseñanza basado en la investigación con actividades prácticas, utilizando un semestre en ambientes de cultura básica. Los resultados indicaron que esta metodología involucró a los estudiantes, haciéndolos protagonistas del aprendizaje, permitiéndoles explorar conceptos microbiológicos de manera práctica y accesible, haciendo más atractivos los contenidos. Por lo tanto, el estudio demuestra la eficacia de los enfoques de enseñanza basados en la investigación en la enseñanza de microbiología en la educación secundaria, destacando la importancia de los métodos interactivos y prácticos para mejorar la comprensión y la participación de los estudiantes.

Palabras clave: Educación; Microbiología; Enseñando; Ciencias; COVID-19.

1. Introdução

O ensino de microbiologia na educação básica enfrenta desafios significativos devido à predominância da abordagem tradicional, baseada na memorização, que se mostra ineficaz em diversas áreas do conhecimento (Farias & Bandeira, 2009). Associado a isso, a dificuldade de visualização dos microrganismos devido ao seu tamanho microscópico amplifica essa problemática (Barbosa & Barbosa, 2010). Outro ponto importante é o fato de que os microrganismos são frequentemente retratados apenas como agentes patogênicos, o que limita a compreensão dos estudantes, conforme confirmado por estudos anteriores (OvigliI & Silva, 2015). A pandemia de COVID-19, que assolou o mundo em 2020, evidenciou a importância do conhecimento microbiológico para a sociedade. A falta de compreensão desse campo levou a consequências graves, incluindo a disseminação de informações errôneas e medidas ineficazes para conter a propagação do vírus, resultando em perdas humanas significativas.

Logo, é essencial diversificar abordagens educacionais, incluindo a exploração das múltiplas facetas dos microrganismos, como sua importância para a saúde, a indústria e o meio ambiente. Há uma necessidade em repensar o ensino de microbiologia na educação básica, enfatizando a importância de metodologias ativas que envolvam os alunos de forma significativa. É imperativo que educadores e formuladores de políticas trabalhem juntos para superar os desafios do ensino de microbiologia e promover a alfabetização científica em toda a sociedade. Pedrancini e colaboradores (2008) enfatizam que em abordagens educacionais que se limitam a transmitir conhecimento sem aplicabilidade e contexto, os conceitos são meramente memorizados temporariamente. A utilização de recursos visuais, experimentos práticos e abordagens interdisciplinares pode facilitar a compreensão dos conceitos microbiológicos, tornando-os mais acessíveis e relevantes para a vida cotidiana.

A Alfabetização Científica desempenha um papel crucial ao aproximar os conteúdos produzidos pela ciência tradicional do público em geral, rompendo a barreira do mundo dos pesquisadores e seus laboratórios. Ela oferece conhecimento de forma clara, prática, estimulante e contextualizada para todos os membros da sociedade civil, como destacado por Sasseron e Carvalho (2011). Essa abordagem e metodologia são essenciais no ambiente escolar, desempenhando um papel significativo na formação dos jovens, ao despertar e nutrir seu interesse pelas ciências naturais e ao introduzir elementos do processo científico em seu dia a dia.

O ensino de microbiologia no ensino médio enfrenta desafios significativos devido à utilização de metodologias de ensino antiquadas e inapropriadas, que não conseguem envolver os estudantes de maneira eficaz, como apontado por Pedrancini et al. (2008). Além disso, a falta de recursos adequados para criar aulas mais ricas em visualização e atividades práticas, conforme observado por Kimura et al. (2013), limita a capacidade de abordar essa temática de forma atualizada e motivadora. Conseqüentemente, o ensino de microbiologia muitas vezes se torna subutilizado e desatualizado, não permitindo que os alunos compreendam sua relevância em várias áreas de suas vidas cotidianas. Isso abrange desde questões relacionadas à saúde pública até a produção de alimentos e medicamentos, conforme evidenciado por Madigan et al. (2010) e Tortora et al., (2012).

O objetivo deste estudo se concentra em melhorar a alfabetização científica dos alunos do ensino médio em microbiologia por meio do ensino por investigação, apresentando uma opção de baixo a médio custo para apresentar aulas práticas de Microbiologia.

2. Microbiologia

A microbiologia desempenha um papel vital na produção de alimentos, como fermentação de vinhos e cervejas, e na preservação dos alimentos por meio do controle de contaminação. Apesar dessas aplicações benéficas, os microrganismos ainda são muitas vezes percebidos como causadores de doenças, devido à falta de informações disseminadas. É necessário promover a conscientização sobre microrganismos, enfatizando a necessidade da alfabetização científica para que a sociedade compreenda não apenas como se proteger contra organismos patogênicos, mas também a importância dos microrganismos em suas vidas cotidianas.

O ensino de microbiologia enfrenta desafios adicionais que o afastam dos estudantes, como a dificuldade de visualização e manuseio do material. Isso impede que a maioria dos alunos vá além do senso comum, não desenvolvendo autonomia no aprendizado e dificultando a aplicação do conhecimento para entender o papel dos microrganismos em suas vidas diárias (Carneiro, 2012).

3. Alfabetização Científica e o Ensino por Investigação em uma Sequência Didática

A ciência desempenha um papel essencial no desenvolvimento de ideias, políticas públicas e na orientação de sociedades como um todo. Está profundamente enraizada em todos os aspectos da vida humana. É evidente que um indivíduo desprovido de conhecimentos científicos fica vulnerável a falsas informações e discursos vazios que, em grande escala, podem levar sociedades inteiras à decadência.

Portanto, a importância da educação básica na formação do indivíduo é crucial, pois ela estabelece as bases para diversas áreas, incluindo as ciências naturais. É necessário adotar abordagens didático-pedagógicas que se alinhem com as tendências dos alunos e despertem seu interesse em um mundo repleto de informações em constante evolução. Além disso, é vital considerar o contexto e o conhecimento prévio de cada aluno para garantir que o conhecimento seja assimilado de forma significativa e prática, conectando-o às diversas realidades que se apresentam no ambiente escolar (Piaget, 1973). O ensino de ciências baseado na metodologia de investigação propõe que os alunos busquem respostas para questões por meio de um processo investigativo (Scarpa et al., 2017).

Scarpa e Campos (2018) destacam que uma metodologia de ensino na qual todo o conhecimento é centralizado no professor revela-se pouco eficaz. Isso ocorre porque tal abordagem não estabelece conexões com a realidade dos alunos e não lhes permite assumir um papel ativo na construção do conhecimento. Isso tende a tornar o conteúdo desinteressante e leva os jovens a questionarem frequentemente o propósito de seu estudo, como em perguntas do tipo: "Para que estou aprendendo isso?" ou "Quando vou usar isso na minha vida?". Scarpa (2018) apresenta um método de aplicar essa abordagem de ensino por investigação por meio de um ciclo investigativo. Esse ciclo identifica e conecta as diferentes fases de uma investigação, fornecendo um guia para os professores no planejamento e implementação de atividades ou sequências didáticas investigativas.

Associado a isto, o conceito de Alfabetização Científica surge como uma alternativa para abordar as questões mencionadas e aprimorar o ensino de ciências, abrangendo três eixos fundamentais, conforme delineado por Sasseron e Carvalho (2011): Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais: Isso envolve fornecer ferramentas aos alunos para construir seu próprio conhecimento sobre o assunto, permitindo que eles estabeleçam conexões com sua realidade. Nesse contexto, o professor age como um guia que orienta os alunos ao longo de sua jornada de construção do pensamento. Em resumo, a Alfabetização Científica busca capacitar os alunos não apenas a compreender conceitos

científicos, mas também a entender a natureza da ciência, suas implicações éticas e políticas, e seu impacto na sociedade e no meio ambiente.

Uma sequência didática é uma ferramenta que permite a construção organizada de atividades pedagógicas, incorporando a perspectiva dos alunos em seu planejamento. Zabala (1998) propõe uma sequência didática com sete momentos, dos quais destacamos cinco: Primeiro momento: Introdução da problemática a ser abordada e apresentação dos conceitos relacionados a ela; Segundo momento: Formulação de problemas e levantamento de questões; Terceiro momento: Identificação de fontes de informação e coleta de dados para responder às questões levantadas anteriormente; Quarto momento: Coleta de dados propriamente dita; Quinto momento: Análise dos dados e formulação de conclusões.

Quando relacionamos os conceitos de alfabetização científica e ensino de ciências por investigação, emerge uma metodologia promissora que amplia as dinâmicas de ensino e aprendizagem dentro dessas práticas pedagógicas, a partir da qual, os alunos devem ser capazes de analisar suas observações e começar a refletir sobre suas conclusões, ao mesmo tempo em que podem relacionar aspectos científicos e sociais das questões discutidas.

4. Metodologia

Foram realizadas duas atividades práticas destinadas ao ensino de microbiologia no Ensino Médio, baseadas na metodologia de ensino por investigação. As atividades consistem em uma prática relacionada à fermentação realizada por leveduras e outra relacionada à microbiota presente em diferentes locais da escola, selecionados pelos próprios discentes. O planejamento das aulas segue uma sequência didática estruturada, conforme definido por Zabala (1998). Os estudantes foram introduzidos aos conceitos fundamentais de microbiologia à medida que surgem durante a execução das atividades práticas. Eles foram incentivados a formular hipóteses explicativas para os fenômenos observados, com a orientação do professor.

Durante as aulas, os alunos realizaram observações detalhadas dos experimentos e fazem anotações sobre as questões que surgem durante o processo. Essas informações foram cruciais para a formulação de perguntas, o desenvolvimento de teorias para explicar os fenômenos observados e, posteriormente, para a elaboração de respostas fundamentadas sobre os grupos de organismos estudados. As atividades envolvem um total de 45 alunos do Ensino Médio, abrangendo turmas do 1º, 2º e 3º anos do Colégio Estadual Presidente Antônio Carlos. Todo o processo de implementação das atividades foi documentado e autorizado pela coordenação pedagógica da escola, bem como pelo comitê de ética da Plataforma Brasil (CAAE 59636822.1.0000.8044).

A primeira prática utilizou materiais como provetas, frascos de Erlenmeyer, fermento biológico comercial, glicose, farinha de trigo, água destilada e bexigas de látex. Foram adicionados 100 ml de água destilada em cada frasco usando uma proveta de precisão. Cada frasco foi adicionado de um dos ingredientes: açúcar, ou farinha ou apenas água, e posteriormente o fermento. A bexiga de látex foi fixada firmemente à boca dos frascos. Durante a execução do experimento, os estudantes foram incentivados a formular hipóteses e discutir as observações feitas, buscando explicar as diferenças entre os tratamentos, e o porquê de apenas o frasco com açúcar gerar o gás. Além disso, foi estimulada a pesquisa online através de dispositivos móveis, permitindo a busca por informações adicionais e promovendo a conscientização sobre o uso responsável da tecnologia para fins educacionais e acesso a fontes confiáveis de informação.

A segunda prática consistiu na observação da microbiota de diferentes ambientes da escola, determinados pelos estudantes. Para isso, foram utilizadas 20 placas de Petri contendo meio de cultura, sendo 10 com Ágar Sabouraud com Cloranfenicol e 10 com Ágar Mueller Hinton. Esse experimento permitiu aos estudantes levantarem hipóteses sobre os tipos de microrganismos presentes nos ambientes escolhidos. O processo de coleta de microrganismos foi conduzido pelos alunos, considerando suas experiências e conhecimentos prévios. Eles utilizaram swabs para coletar amostras de microrganismos de diferentes locais da escola. O meio de cultura Ágar Sabouraud com Cloranfenicol favoreceu o crescimento de fungos

ambientais, enquanto o meio Ágar Mueller Hinton promoveu o crescimento de bactérias. As placas foram armazenadas em estufas, sendo mantidas a 37°C para o meio Ágar Mueller Hinton e a 28°C para o meio Ágar Sabouraud, por um período de 7 dias a partir da data de cultivo.

As análises foram realizadas considerando critérios metodológicos, como a aplicação ao tema e a relação com os conceitos apresentados, bem como critérios sociais, avaliando a importância do experimento para a sociedade, sua aplicação no cotidiano e os potenciais impactos causados pelos microrganismos encontrados. A partir disso, foi realizado um levantamento qualitativo dos processos de ensino aprendizagem que surgiram ao longo das aplicações e destacar aqueles que se apresentam de forma mais eficiente na construção do conhecimento de microbiologia nas turmas de ensino médio.

5. Resultados e Discussão

Participaram das aulas 45 alunos, divididos em dois dias, das turmas de 1º, 2º e 3º anos do Ensino médio da rede estadual de ensino do estado do Rio de Janeiro. Os estudantes tinham, quase que na totalidade, entre 16 e 21 anos de idade, uma aluna com 39 anos e outra com 42. Todos os participantes atuaram ativamente na proposta de aula (adesão na totalidade), seja nos experimentos, nas discussões ou no levantamento de questionamentos. Boa parte dos estudantes apresentou amplo conhecimento prévio acerca da temática de microbiologia, ainda que não conseguissem fazer conexões com os conceitos, se mostraram extremamente capazes de aplicar os conceitos em aspectos da sua vida cotidiana, como demonstrado no Quadro 1 abaixo:

Quadro 1 - Quantificação dos aspectos observados durante a aula.

Aspectos observados nas aulas	Quantificação
Interesse	***
Participação	***
Questionamentos	***
Conhecimento prévio	**
Conexões entre os conceitos	*
Contextualização	***

Legenda: * = pouco; ** = médio; *** = muito. Fonte: Autores.

Ambas as práticas foram realizadas em todas as turmas. No experimento 1, os estudantes não tinham um conhecimento prévio sobre o fermento biológico, e alguns recorreram à internet para fazer pesquisas. Inclusive, o uso do celular como ferramenta de pesquisa foi incentivado, considerando sua ampla disseminação e frequente uso no ambiente escolar. Essa abordagem mostrou-se eficaz e vantajosa para enriquecer o processo de aprendizado.

Os alunos formularam hipóteses, conforme registrado no Quadro 2, com base em pesquisas e discussões realizadas em sala de aula. Eles exploraram as observações dos balões em diferentes frascos, conforme ilustrado na Figura 1, com o objetivo de determinar qual frasco teria o maior impacto nos balões. As principais hipóteses levantadas sugeriam que os frascos contendo farinha e açúcar, devido à presença de açúcar em formas diferentes, forneceriam energia para os organismos presentes no fermento biológico.

Quadro 2 - Quantificação dos palpites acerca dos diferentes tratamentos.

Condições de cada frasco	Nº de alunos que escolherem o frasco
Água pura	6
Água + farinha	24
Água + açúcar	15

Fonte: Autores.

Figura 1 - Frascos contendo os diferentes tratamentos com fermento biológico.



Fonte: Autores.

Na prática 2, os grupos de alunos optaram por coletar amostras em diferentes locais com base em seu interesse em verificar a presença de microrganismos em diversos ambientes. Eles escolheram superfícies de uso cotidiano, partes do corpo e até mesmo a água consumida na escola como locais de coleta. Além disso, testaram a eficácia do álcool 70% na higienização das mãos. A seguir, estão as imagens que demonstram o crescimento microbiano em cada uma das placas, seguidas das tabelas que apresentam as taxas de crescimento correspondentes. É importante levar em consideração que, ainda que sob supervisão, os próprios alunos realizaram a prática do isolamento de microrganismos, sendo assim, seja pelo ambiente desfavorável para a técnica ou pela falta de treinamento específico, nem todas as placas apresentaram o crescimento microbiano esperado para o local de coleta.

Os alunos que participaram deste estudo nunca haviam experimentado um modelo de aula que fosse diferente do ensino tradicional, no qual o conhecimento é simplesmente transmitido pelo professor de maneira linear. No entanto, quando lhes foi dada a oportunidade de contribuir para a construção do conhecimento, eles demonstraram notável habilidade e conhecimento em microbiologia a partir do resgate de conhecimentos prévios de seu cotidiano. Durante a aula, os estudantes mostraram interesse a todo momento, fosse através da interação com os materiais, das perguntas e discussões que surgiram, ou das conexões que fizeram entre o conteúdo da aula e suas vidas diárias. Eles ficaram especialmente envolvidos quando essas conexões tocavam em aspectos relacionados ao ambiente em que vivem e questões de saúde. Ao longo da aula, os alunos demonstraram ativamente seus conhecimentos prévios e estiveram envolvidos em novos processos de construção do conhecimento.

No início de cada experimento, através de uma problematização, o interesse dos estudantes foi despertado, levando-os a demonstrar seu conhecimento prévio e a capacidade de relacionar o assunto com situações do seu cotidiano. Muitos alunos associaram os microrganismos principalmente a contextos patológicos ou perigosos, mencionando doenças, como a pandemia de COVID-19, e tentando definir o que são esses organismos, em concordância com o que foi descrito por Carneiro e colaboradores (2012). Outro aspecto muito citado foi quanto a característica microscópica desses organismos e o quanto isso

dificulta no entendimento acerca desses seres. De acordo com o censo da educação de 2010, apenas 48,3% das unidades de ensino voltadas ao Ensino Médio da rede pública possuem microscópio disponível para utilização em aulas (BRASIL, 2010).

Diante disso destaca-se a importância de alternativas que proporcionem melhor elucidação sobre esses organismos. Também muito se discutiu sobre os microrganismos estarem presentes em todo lugar. Para ambas as problemáticas, a prática de isolamentos de microrganismos em meio à cultura, mostrou-se extremamente vantajosa.

Durante a fase de orientação da aula, os estudantes desenvolveram maior independência na construção do conhecimento sobre os conceitos relacionados à microbiologia. O uso de smartphones com acesso à internet foi incentivado e orientado pelo professor, garantindo sua utilização adequada como uma ferramenta educacional e promovendo a compreensão de práticas eficientes de pesquisa (Grossi & Fernandes, 2014). Os alunos usaram seus smartphones para pesquisar e fundamentar hipóteses relacionadas ao fermento biológico, além de discutir as expectativas do experimento com base nas informações obtidas, consolidando conceitos com base em seus conhecimentos prévios.

Nesse momento, na fase de orientação (Scarpa & Santos, 2018), ficou evidente o papel do professor para melhor direcionar os questionamentos e resultados das pesquisas feitas, sempre considerando e validando o trabalho de cada aluno e guiando para a chegada a uma conclusão mais correta e clara para todos. Nesse momento a motivação dos alunos para a continuidade da aula foi enorme e agregou diversas discussões em contextos diferentes daqueles trazidos no início, que remetiam apenas a patologias, demonstrando uma mudança de pensamento e uma percepção das tecnologias oriundas da microbiologia. Durante o experimento 2, os alunos começaram a formular hipóteses sobre a presença ou ausência de microrganismos em diferentes ambientes e avaliaram a eficácia da higienização com álcool 70%. Essa fase de investigação despertou o interesse dos alunos em verificar a limpeza de ambientes de convivência e levantar hipóteses relacionadas à ingestão de alimentos, revelando preocupações sobre a possível propagação de doenças nesses locais. Essa discussão permitiu esclarecer que muitos microrganismos são inofensivos e têm aplicações positivas na sociedade (Ovigli & Silva, 2007).

Os alunos também refletiram sobre suas experiências prévias relacionadas ao processo de fermentação realizado por leveduras e como poderiam aplicar esse conhecimento em outros contextos. Eles identificaram várias situações em que o teste de cultivo em placas poderia ser útil, como na indústria alimentícia, em ambientes cirúrgicos e em perícias. Nesse cenário, as práticas de baixo custo e execução rápida, como as descritas neste estudo, são alternativas valiosas para melhorar o processo de construção do conhecimento dos alunos e proporcionar abordagens inclusivas que envolvam diferentes perfis de estudantes. Além disso, essas práticas estimulam discussões de natureza social, promovendo autonomia de pensamento e a criação de ações que podem contribuir para melhorias na saúde e na qualidade de vida. Essa abordagem envolvendo múltiplos aspectos por meio de metodologias ativas de ensino despertou o interesse dos alunos, que demonstraram curiosidade em relação aos próximos conteúdo a serem abordados com essa metodologia, bem como interagiram de forma positiva com o material produzido por eles durante o processo científico aplicado em sala de aula (Oliveira, 2013).

A teoria histórico-cultural de Lev Vygotsky oferece uma visão profunda sobre como ocorre a construção do conhecimento humano, especialmente no contexto da educação. Uma das premissas fundamentais dessa teoria é que o desejo e o estímulo desempenham um papel crucial na busca pelo conhecimento. Vygotsky argumenta que quando uma pessoa deseja aprender e se sente estimulada, ela busca um "indivíduo mais capaz" para auxiliá-la nesse processo. Sob esse viés, a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) é um conceito fundamental de Vygotsky que compreende duas partes: a Zona de Desenvolvimento Real, onde um indivíduo pode agir de forma independente, e a Zona de Desenvolvimento Potencial, onde a aprendizagem eficaz ocorre com o auxílio de um "indivíduo mais capaz," como um professor. Driver e colaboradores (1999) destacam a importância de estratégias pedagógicas eficazes para facilitar a construção do conhecimento científico.

Facilitar abordagens a perguntas sem respostas definitivas, que instiguem os estudantes a buscar soluções, é crucial para evitar a mera transmissão de conhecimento. Isso reforça a perspectiva de "construção do conhecimento". O ensino por

meio de investigação e argumentação não deve ser considerado uma atividade secundária no processo de ensino e aprendizagem. Pelo contrário, seus elementos desempenham um papel essencial, oferecendo suporte de maneira conceitual, procedimental e atitudinal no desenvolvimento educacional (Ramos & Guimarães, 2022).

Os professores desempenham o papel de mediadores do conhecimento, facilitando a transição dos alunos da ZDP para a zona de desenvolvimento real. Isso é alcançado por meio de estratégias educacionais que desafiam os alunos a alcançar um nível mais avançado de habilidades e compreensão (De Camargo & Galbiatti, 2021).

6. Considerações Finais

A partir das observações e análises feitas no presente trabalho, conclui-se que os elementos de uma sequência didática, pautados nas premissas do ensino por investigação para atividades práticas no ensino de microbiologia, mostraram-se vantajosas nos processos de ensino aprendizagem que se estabeleceram ao longo da aplicação da atividade. Permitir que os alunos tivessem acesso ao conteúdo através de perspectivas diferentes, enriqueceu a temática e diversificou o acesso à informação à medida que se ampliou a forma como a mesma foi transmitida, democratizando a metodologia de ensino para permitir maior autonomia do educando para construir seu processo formativo.

Dentro do campo da microbiologia, as metodologias empregadas auxiliaram na desmistificação da temática, bem como pode elucidar conceitos que antes pareciam distantes e complexos, fazendo com que os estudantes pudessem perceber os objetos de estudos da área nas suas vivências diárias e, a partir daí, atuarem como multiplicadores do conhecimento. Destacou-se ainda que, metodologias ativas de baixo custo e fácil reprodução foram e são fundamentais na formação do aluno para sua emancipação através do conhecimento, sobretudo no ensino público, que sofre com demandas orçamentais e de equipamentos para fins pedagógicos. Logo, a utilização de tecnologias e equipamentos diversos e simples podem atuar modificando a percepção dos alunos com relação a uma temática, além de implementar a importante prática da pesquisa segura para obtenção de informações fidedignas que os auxiliem a combater a desinformação e manipulação de fatos.

Pesquisas futuras têm o potencial de contribuir para a avaliação da eficácia de atividades investigativas em sala de aula, que estimulem a formulação de hipóteses e acompanhem a evolução desse processo ao longo de um período mais extenso. Ao observar cuidadosamente, será possível notar uma maior independência e fluidez nos processos de ensino e aprendizagem. Essas abordagens também buscam uma conexão mais próxima com o cotidiano, visando elevar a autoestima investigativa de cada estudante

Referências

- Barbosa, F. H. F., & Barbosa, L. P. J. L. (2010). Alternativas metodológicas em Microbiologia: viabilizando atividades práticas. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 10(2), 134-143.
- Brasil. Ministério da Educação. (2010). Resumo técnico – Censo Escolar. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=7277-censo-final-pdf&Itemid=30192.
- Carneiro, M. R. P., et al. (2012). Percepção dos alunos do ensino fundamental da rede pública de Aracaju sobre a relação da Microbiologia no cotidiano. *Scientia Plena*.
- Farias, M. E., & Bandeira, K. (2009). O uso das analogias no ensino de ciências e de biologia. *Ensino, Saúde e Ambiente Backup*, 2 (3).
- Grossi, M. G. R., & Fernandes L. C. B. E. (2014). Educação e tecnologia: o telefone celular como recurso de aprendizagem. *EccoS. Revista Científica*, (35), 47-65.
- Kimura, A. H. et al. (2013). Microbiologia para o ensino médio e técnico: contribuição da extensão ao ensino e aplicação da ciência. *Revista Conexão UEPG*, 9(2), 254-267.
- Madigan, M. T., et al. (2010). *Microbiologia de Brock*. Artmed.
- Driver, R., et al. (1999). Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química nova na escola*, 31-39.

- de Camargo, E. P., & Galbiatti, D. A. (2021). O conhecimento em Vigotski: uma contribuição à compreensão do referencial histórico-cultural. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, Ens Aprend Cienc*, 128-139.
- Pedrancini, V. D. et al. (2008). Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. *Ciência & Educação*, 14, 135-146.
- Oliveira, G. A. D., & Costa, E. M. D. M. B. (2013). Metodologias Ativas: aplicações e vivências em Educação Farmacêutica. *Abenfarbio*.
- Ovigli, D. F. B., & Silva, E. D. (2009). Microrganismos? Sim, na saúde e na doença! Aproximando universidade e escola pública. I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia.
- Piaget, J. (1973). *Psicologia e Epistemologia: Por uma Teoria do Conhecimento* (trad. Agnes Cretella). Forense (original publicado em 1966).
- Ramos, R. A., & Guimarães, C. R. P. (2022). O ensino por investigação e a argumentação na promoção da alfabetização científica no ensino de ciências. *Ensino de ciências e tecnologia em revista-ENCITEC*, 12(3), 05-20.
- Sasseron, L & Carvalho. (2011). A. Alfabetização científica: Uma revisão bibliográfica. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59-77.
- Scarpa, D. L., Sasseron, L. H., & Silva, M. B. (2017). O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. *Tópicos Educacionais*, 23(1), 7-27
- Scarpa, D. L., & Campos, N. F. (2018). Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. *Estudos avançados*, 32, 25-41.
- Tortora, G. J., Funke, B. R., & Case, C. L. (2012). *Microbiologia*. (10a ed.), ArtMed, 2012, 934.
- Zabala, A. (1988). *A Prática Educativa: como ensinar*. Artmed. Editora Porto Alegre RS.