


Potencialidades da *Peer Instruction* na Educação em Solos: fortalecendo o protagonismo estudantil e a sustentabilidade ambiental

Potential of Peer Instruction in Soil Education: strengthening student leadership and environmental sustainability

Potencial de la instrucción entre pares en la educación del suelo: fortalecimiento del liderazgo estudiantil y la sostenibilidad ambiental

Márcio Silveira Nascimento 
Instituto Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil.
marciosn.geo@gmail.com

Jean Dalmo de Oliveira Marques 
Instituto Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil.
jdomarques@hotmail.com

Recebido em 07 de maio de 2025
Aprovado em 20 de maio de 2025
Publicado em 06 de novembro de 2025

RESUMO

Este artigo busca contribuir para o campo da Educação em Solos ao investigar a aplicação da metodologia ativa *Peer Instruction* (PI), também conhecida como Instrução entre Pares, no contexto da educação básica. A pesquisa teve como objetivo avaliar o potencial dessa abordagem para promover o engajamento dos estudantes, desenvolver habilidades cognitivas, com ênfase na resolução de problemas e fomentar a construção de uma consciência crítica sobre a conservação dos solos. O estudo adotou uma abordagem de pesquisa-intervenção de natureza mista, combinando procedimentos qualitativos e quantitativos, com delineamento descritivo e transversal. Essa metodologia permitiu captar simultaneamente as percepções dos estudantes e mensurar os fenômenos observados. Os resultados mostraram que as atividades baseadas na PI favoreceram o engajamento, a troca de ideias e a construção colaborativa do conhecimento, além de fortalecer a autoconfiança dos alunos na resolução de problemas acadêmicos. Conclui-se que a adoção de metodologias que estimulam a participação ativa dos estudantes, como a Instrução entre Pares, configura uma estratégia eficaz para fortalecer o protagonismo estudantil e promover uma educação crítica, reflexiva e alinhada aos desafios socioambientais

contemporâneos.

Palavras-chave: Educação em solos; Estratégias de ensino; Metodologias ativas.

ABSTRACT

This article seeks to contribute to the field of Soil Education by investigating the application of the active Peer Instruction (PI) methodology in the context of basic education. The research aimed to evaluate the potential of this approach to promote student engagement, develop cognitive skills with an emphasis on problem-solving, and foster the development of critical awareness about soil conservation. The study adopted a mixed-method intervention research approach, combining qualitative and quantitative procedures with a descriptive and cross-sectional design. This methodology allowed for the simultaneous capture of student perceptions and measurement of observed phenomena. The results showed that PI-based activities fostered engagement, the exchange of ideas, and the collaborative construction of knowledge, in addition to strengthening students' self-confidence in solving academic problems. It is concluded that the adoption of methodologies that encourage active student participation, such as PI, constitutes an effective strategy to strengthen student protagonism and promote critical, reflective education aligned with contemporary socio-environmental challenges.

Keywords: Soil education; Teaching strategies; Active methodologies.

RESUMEN

Este artículo busca contribuir al campo de la Educación del Suelo mediante la investigación de la aplicación de la metodología activa de Instrucción entre Pares (IP) en el contexto de la educación básica. La investigación tuvo como objetivo evaluar el potencial de este enfoque para promover la participación estudiantil, desarrollar habilidades cognitivas con énfasis en la resolución de problemas y fomentar el desarrollo de una conciencia crítica sobre la conservación del suelo. El estudio adoptó un enfoque de investigación de intervención de método mixto, combinando procedimientos cualitativos y cuantitativos con un diseño descriptivo y transversal. Esta metodología permitió la captura simultánea de las percepciones de los estudiantes y la medición de los fenómenos observados. Los resultados mostraron que las actividades basadas en PI fomentaron la participación, el intercambio de ideas y la construcción colaborativa de conocimiento, además de fortalecer la autoconfianza de los estudiantes en la resolución de problemas académicos. Se concluye que la adopción de metodologías que fomentan la participación activa de los estudiantes, como la Instrucción entre Pares, constituye una estrategia eficaz para fortalecer el

protagonismo estudantil y promover una educación crítica y reflexiva alineada con los desafíos socioambientales contemporáneos.

Palabras clave: Educación del suelo; Estrategias de enseñanza; Metodologías activas.

Introdução

O solo desempenha um papel essencial na manutenção da vida na Terra, sendo um dos principais pilares dos ecossistemas terrestres. Apesar de sua relevância, esse recurso natural ainda é amplamente negligenciado ou manejado de forma inadequada. Uma das causas desse cenário pode estar relacionada à deficiência na educação sobre solos em diversos países, o que contribui para que os estudantes não percebam a pedosfera com a mesma importância atribuída, por exemplo, à hidrosfera ou à litosfera (Urbańska *et al.*, 2022).

A limitação do conhecimento público sobre as funções vitais dos solos na sustentabilidade ambiental e no bem-estar humano é um desafio amplamente reconhecido. De acordo com Brevik *et al.* (2020), a compreensão do papel desempenhado pelos solos no suporte à vida humana permanece restrita para grande parte da sociedade. Diante desse contexto, emergem questões fundamentais: a Educação em Solos no nível básico tem sido suficientemente contemplada? Os conteúdos que tratam da proteção dos recursos edáficos estão sendo trabalhados de forma adequada? As temáticas relacionadas à degradação do solo têm sido discutidas de maneira relevante e significativa no ambiente escolar?

Dados recentes evidenciam a urgência de aprofundar essas reflexões. A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) alerta que aproximadamente 75% dos solos do planeta já se encontram degradados, afetando diretamente a vida de cerca de 3,2 bilhões de pessoas. Caso essa tendência se mantenha, estima-se que, até 2050, esse percentual possa alcançar 90% (UNESCO, 2025). Diante desse panorama preocupante, torna-se essencial integrar a temática da degradação do solo de maneira mais incisiva, crítica e contextualizada nos currículos escolares.

Nesse contexto, preparar os jovens para uma atuação consciente e transformadora é um desafio inadiável. Como enfatizam Charzyński *et al.* (2022), os estudantes possuem o potencial de romper com a indiferença social em relação às questões do solo, desde que sejam formados com uma base sólida e crítica. A Educação em Solos emerge, assim, como uma ferramenta estratégica para sensibilizar as novas gerações e estimular práticas voltadas à conservação e ao uso sustentável desse recurso essencial. Conforme destacam Muggler *et al.* (2006), ao compreenderem a relevância do solo e as consequências de sua degradação, os alunos tornam-se protagonistas na mitigação de danos ambientais, contribuindo ativamente para a preservação dos ecossistemas.

Além disso, Libâneo (2004) enfatiza que o papel do professor vai além da simples transmissão de conteúdos, ele deve fomentar a capacidade de aprender e de pensar criticamente. Nesse sentido, o desenvolvimento de habilidades metacognitivas e a promoção da autonomia intelectual tornam-se essenciais para uma educação significativa. A Educação em Solos, especialmente no contexto da educação básica, demanda uma ressignificação, visto que persiste uma lacuna considerável entre a curiosidade dos estudantes e a capacidade das escolas de oferecer um ensino contextualizado e envolvente.

Também é importante destacar que o estudo foi realizado em uma turma de ensino médio, visto que a metodologia do PI, em sua grande maioria, é aplicada no ensino superior. A utilização dessa abordagem no ensino básico ainda é incipiente e carece de mais investigações empíricas que considerem as especificidades pedagógicas desse nível de ensino.

A metodologia PI foi desenvolvida na década de 1990 e suas vantagens em relação a métodos expositivos tradicionais já estão bem reconhecidas na literatura. Contudo, apesar de seu uso consolidado no ensino superior, sobretudo em disciplinas das ciências exatas, há uma lacuna quanto à sua aplicação crítica no ensino básico e, especialmente, em áreas socioambientais. O presente estudo busca justamente contribuir para esse campo ainda em construção, explorando o potencial da PI como estratégia formativa para a Educação em Solos.

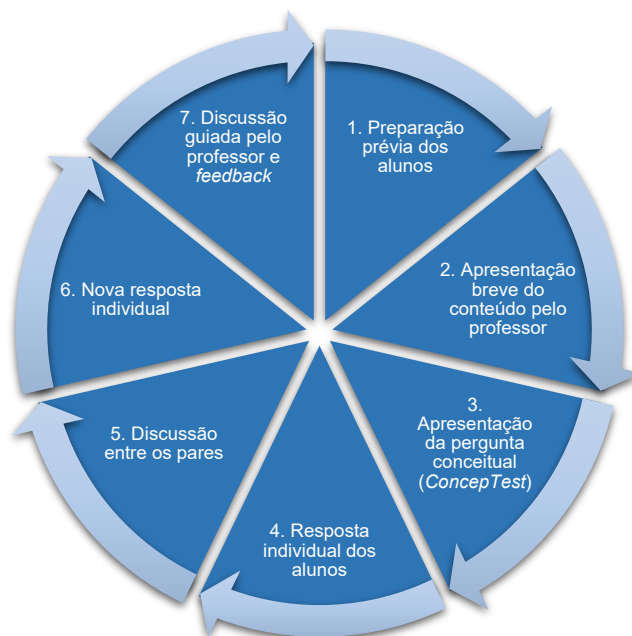
Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo avaliar o potencial da metodologia ativa PI para promover o engajamento dos estudantes, desenvolver habilidades cognitivas, com ênfase na resolução de problemas e fomentar a construção de uma consciência crítica sobre a conservação dos solos no contexto da educação básica. Busca-se, com isso, estimular o debate de temas emergentes, popularizar a Educação em Solos desde a base, ou seja, promover discussões que se iniciem no ambiente escolar, mas que possam ser ampliadas e compartilhadas na comunidade. Para tanto, são utilizadas situações teóricas e práticas adaptadas ao contexto do ensino médio. Ao adotar essa abordagem, pretende-se contribuir para uma educação ambiental mais efetiva, comprometida com a formação de sujeitos conscientes e engajados na preservação do meio ambiente.

Aspectos teóricos e pedagógicos da *Peer Instruction*

A metodologia ativa PI, desenvolvida por Eric Mazur na Universidade de Harvard, visa superar as limitações dos modelos expositivos tradicionais, promovendo a aprendizagem significativa por meio do engajamento ativo dos estudantes na construção coletiva do conhecimento (Crouch; Mazur, 2001). Seu objetivo é estimular o diálogo, a argumentação e a resolução de problemas em um ambiente colaborativo, centrado no estudante. Mazur (2015) define a PI com base em quatro pilares: princípios de aprendizagem, autonomia do estudante, contexto de aprendizado e trabalho em equipe. Segundo Schell e Butler (2018), a PI favorece a aprendizagem profunda, ao promover interações significativas entre os alunos e fortalecer tanto a compreensão conceitual quanto o pensamento crítico. A dinâmica da metodologia envolve perguntas conceituais, reflexões individuais, discussões entre pares e mediação do professor, criando um ambiente participativo e reflexivo.

A seguir, são apresentadas as etapas que compõem o fluxo de trabalho da PI, ilustradas na Figura 1, com base no modelo originalmente estruturado por Eric Mazur e, posteriormente, adaptado e ampliado por pesquisadores da área da educação para diferentes contextos pedagógicos:

Figura 1 – As sete etapas do fluxo de aplicação da metodologia *Peer Instruction*



Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado de Crouch e Mazur (2001).

O ciclo didático da metodologia PI organiza-se em sete etapas interligadas, cada uma com uma função pedagógica clara. Primeiramente, os alunos realizam um estudo prévio com materiais indicados, como leituras ou vídeos, construindo uma base conceitual que favorece a autonomia e a participação ativa. Em seguida, o professor apresenta brevemente os pontos mais complexos do conteúdo, atuando como mediador e estimulando a curiosidade.

Logo após, é apresentada uma pergunta conceitual de múltipla escolha (*ConcepTest*), elaborada para diagnosticar a compreensão e estimular o raciocínio crítico, indo além da memorização. Os alunos então respondem individualmente, refletindo de forma autônoma sobre o tema. Posteriormente, ocorre a discussão entre pares, momento em que os estudantes confrontam ideias e argumentam com colegas, aprofundando a compreensão por meio do diálogo.

Em seguida, cada aluno responde novamente à questão, permitindo verificar o avanço da aprendizagem após o debate. Por fim, o professor conduz uma discussão

geral com a turma, oferecendo *feedback*, esclarecendo dúvidas e consolidando os conceitos, assegurando uma aprendizagem fundamentada e reflexiva.

Esse ciclo pedagógico, ao integrar momentos de estudo autônomo, compreendido como o contato prévio dos estudantes com materiais introdutórios fora do ambiente escolar; exposição orientada, na qual o professor retoma os conceitos essenciais de forma breve e direcionada; questionamento ativo, que desafia os alunos a refletirem criticamente por meio de perguntas conceituais, e colaboração entre pares, promovida pela discussão dos argumentos entre colegas após a resposta inicial, cria um ambiente propício à aprendizagem significativa. Mazur e Watkins (2010) destacam que esse formato, ao substituir a tradicional transmissão unidirecional de conteúdos por interações mediadas e dialógicas, favorece não apenas a retenção do conhecimento, mas também o desenvolvimento de habilidades argumentativas, fundamentais para a formação de sujeitos críticos.

Na mesma direção, Mazur (2015) defende que o foco da PI está na construção ativa do saber, ancorada na troca de ideias e no confronto de diferentes pontos de vista. McDonnell e Mullally (2016) enfatizam o potencial da PI como uma estratégia eficaz de avaliação formativa, uma vez que proporciona *feedback* imediato e promove a metacognição. Esse processo permite que os alunos acompanhem, reajustem e aprofundem sua compreensão ao longo das atividades de aprendizagem.

Contudo, a efetividade dessa abordagem está diretamente vinculada à elaboração de perguntas que estimulem o raciocínio e a argumentação. Estudos de Knight *et al.* (2013) e Zingaro e Porter (2014) indicam que questões desafiadoras, que exigem análise conceitual e capacidade de problematização, tendem a gerar interações mais significativas entre os estudantes. Nessas situações, os benefícios da metodologia são potencializados, pois os discentes são incentivados a refletir criticamente, justificar suas respostas e reconstruir coletivamente seus entendimentos.

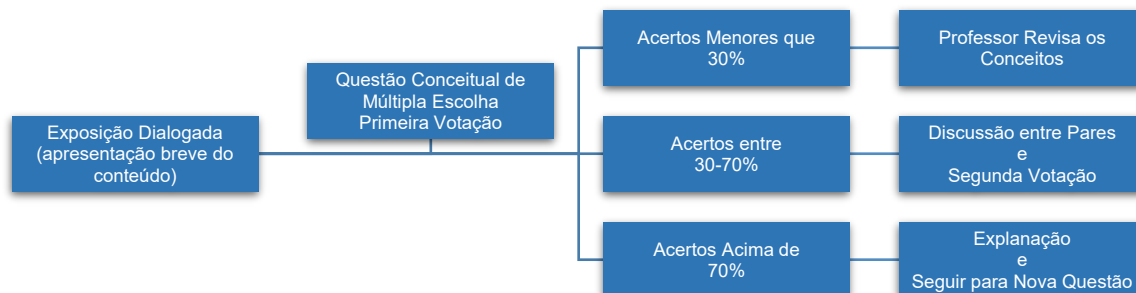
Outro aspecto central para o sucesso da PI refere-se aos métodos de votação utilizados para a coleta das respostas. Esses instrumentos impactam diretamente a dinâmica das aulas e a qualidade das análises que o docente pode realizar com base

nas respostas dos alunos. Lasry (2008) apresenta duas formas tradicionais de registro: os *flashcards*, que representam uma alternativa analógica, e os *clickers*, dispositivos eletrônicos que possibilitam o registro e a visualização imediata das respostas. Ambas as ferramentas oferecem ao professor subsídios para intervenções pedagógicas em tempo real, permitindo a reorientação de estratégias de ensino com base no nível de compreensão demonstrado pelos estudantes.

Com a expansão do uso de tecnologias digitais no cotidiano juvenil, novas oportunidades emergem para dinamizar esse processo. Dispositivos como *smartphones*, *tablets* e computadores podem ser integrados às práticas pedagógicas como ferramentas de interação e votação. No entanto, para que essa integração seja de fato proveitosa, é necessário que o professor esteja disposto a adaptar suas metodologias e a dialogar com o repertório tecnológico dos alunos, criando um ambiente de aprendizagem mais participativo, conectado e significativo.

Nesse sentido, Gonzalez *et al.* (2015) e Ribas (2012) destacam que a eficácia do uso de recursos tecnológicos na votação depende de sua articulação com estratégias pedagógicas planejadas e intencionais. Isso exige considerar tanto as características do público estudantil quanto o potencial formativo das interações mediadas pela tecnologia. Dessa forma, o momento da votação, correspondente ao teste conceitual da PI, deve ser cuidadosamente estruturado no planejamento didático, de modo a estar alinhado não apenas aos objetivos da metodologia, mas também à intencionalidade do conteúdo trabalhado. A Figura 2, a seguir, apresenta um exemplo de organização dessa etapa metodológica.

Figura 2 – Fluxograma do processo de aplicação (*ConcepTest*) na metodologia *Peer Instruction*



Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado de Lasry, Mazur e Watkins (2008).

Os alunos refletem sobre um conteúdo previamente disponibilizado pelo professor e, em seguida, são convidados a responder testes conceituais relacionados ao tema (Mazur, 2015). Se o percentual de acertos estiver entre 30% e 70%, entende-se que há um nível adequado de compreensão para promover discussões em pequenos grupos. Nessa etapa, os estudantes compartilham seus raciocínios, confrontam ideias e buscam coletivamente uma resposta mais consistente. Após o debate, uma nova votação é realizada para verificar se houve avanço na aprendizagem.

Caso menos de 30% dos alunos acertem, isso pode indicar que o conteúdo ainda não foi compreendido de forma satisfatória. Diante dessa situação, o professor retoma a explicação, utilizando abordagens alternativas, e reaplica o teste para reforçar a compreensão dos conceitos.

Por outro lado, se mais de 70% dos alunos responderem corretamente, considera-se que o conteúdo foi bem assimilado. O professor pode, então, apresentar brevemente os fundamentos da resposta correta e decidir se avança para novos tópicos ou se aprofunda em aspectos mais complexos do mesmo tema.

É importante destacar que os impactos da metodologia PI vão além da melhoria imediata no desempenho acadêmico dos estudantes. Ainda que nem todos apresentem progressos uniformes em avaliações quantitativas, a abordagem tem se mostrado eficaz no estímulo ao desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores,

como o raciocínio lógico e a argumentação fundamentada (Knight *et al.*, 2016). Tais competências são essenciais em um contexto educacional comprometido com a formação integral dos indivíduos e com a preparação de cidadãos atuantes em sociedade.

A Educação em Solos na perspectiva das metodologias ativas

Diversas pesquisas indicam que as metodologias ativas de ensino contribuem significativamente para o aumento do engajamento discente, favorecendo uma compreensão mais profunda e significativa dos conteúdos (Freire, 2014; Moran, 2015). No campo da Educação em Solos, essas metodologias assumem um papel estratégico ao aproximar os conteúdos científicos das vivências dos alunos, especialmente no que se refere à compreensão das interações entre os componentes da natureza e os processos ambientais.

Nessa perspectiva, a Educação em Solos destaca-se como um eixo fundamental para a formação de uma consciência ecológica crítica, sobretudo quando articulada a práticas pedagógicas que valorizam o protagonismo estudantil. Como ressalta Lepsch (2011), compreender o solo e suas múltiplas funções nos ecossistemas é indispensável para refletir sobre os princípios da sustentabilidade ambiental, um tema que se torna cada vez mais urgente em escala global.

Ao ser compreendida como uma vertente da educação ambiental, a Educação em Solos demanda uma abordagem alinhada a princípios pedagógicos que favoreçam a interdisciplinaridade, a problematização da realidade e a reflexão crítica sobre as relações entre sociedade e natureza. Nessa linha, Sato (2003) enfatiza que a educação ambiental deve integrar aspectos científicos, éticos e afetivos, articulando saberes e experiências em torno de temas socioambientais relevantes. Assim, a Educação em Solos, ao explorar conteúdos pedológicos e suas interações ambientais, incorpora uma perspectiva integral e formativa.

Complementando essa visão, Biondi e Falkowski (2009) reforçam a importância da Educação em Solos como ferramenta de sensibilização e conscientização

ambiental, ao evidenciar um recurso natural frequentemente negligenciado. Para Muggler *et al.* (2006), o principal objetivo dessa área é atribuir significado à presença do solo no cotidiano, destacando a necessidade de sua conservação e uso sustentável. Essa concepção é ampliada por Frasson e Werlang (2010), que defendem uma abordagem integradora no ensino de solos, considerando a complexidade das interações ecológicas e sociais.

Nesse cenário, a adoção de práticas pedagógicas diversificadas e sustentadas por uma ampla gama de recursos didáticos consolida-se como estratégia eficaz para despertar o interesse dos estudantes e promover aprendizagens mais significativas. Como apontam Bueno (2003), Nascimento e Marques (2024) e Vital *et al.* (2022), a utilização de abordagens metodológicas múltiplas favorece a construção do conhecimento ao respeitar diferentes estilos e ritmos de aprendizagem, além de dinamizar e contextualizar os conteúdos. Propostas didáticas inovadoras, que enfatizam a valorização e o entendimento da importância dos solos na perspectiva da Educação Ambiental, ampliam as possibilidades de reflexão crítica, fortalecem a articulação entre teoria e prática e incentivam o engajamento discente com os desafios ambientais contemporâneos.

Entretanto, Paloschio *et al.* (2023) alertam para a necessidade urgente de aprofundar a abordagem da Educação em Solos no Ensino Médio, diante do agravamento das questões ambientais. Sousa e Matos (2010) complementam essa crítica ao evidenciar que, nesse nível de ensino, o tema ainda é tratado de forma superficial, sem abordar os elementos essenciais para a compreensão do solo como componente vital dos ecossistemas. Essa lacuna evidencia a urgência de práticas pedagógicas mais consistentes, integradas e críticas na educação básica, capazes de formar cidadãos conscientes e atuantes.

Nesse contexto, as metodologias ativas, conforme destacam Bacich e Moran (2017), apresentam-se como ferramentas potentes para o desenvolvimento de competências necessárias à atuação crítica frente aos desafios socioambientais contemporâneos. Ao potencializar a articulação entre teoria e prática, essas abordagens tornam a aprendizagem mais contextualizada e significativa. Integrar a

Educação em Solos a essas metodologias não apenas inova a prática docente, mas também atende às demandas atuais, promovendo o protagonismo discente, a aprendizagem colaborativa e a formação de sujeitos engajados na preservação do ambiente.

Metodologia e estratégias de investigação

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa-intervenção de natureza mista, combinando procedimentos qualitativos e quantitativos com delineamento descritivo e transversal. A escolha por métodos mistos justifica-se pela necessidade de apreender, de forma articulada, tanto as percepções subjetivas dos participantes quanto a frequência de fenômenos observados no contexto educacional. Como destaca Creswell (2007), a combinação de diferentes tipos de dados amplia a compreensão do fenômeno investigado, favorecendo análises mais abrangentes e aprofundadas. Nessa direção, Wesely (2010) reforça que essa abordagem é especialmente indicada para estudos sobre motivação e engajamento discente, pois integra múltiplas perspectivas sobre a dinâmica da aprendizagem. Complementando esse argumento, Dal-Farra e Lopes (2007) ressaltam que a conjugação de elementos qualitativos e quantitativos potencializa o alcance e a profundidade das investigações em educação, resultando em contribuições metodológicas mais robustas.

No que se refere ao delineamento, Aragão (2011) acrescenta que o estudo descritivo e transversal possibilita caracterizar situações em um momento específico, oferecendo dados que retratam o cenário antes e depois das intervenções pedagógicas, o que enriquece a análise dos resultados.

A intervenção que fundamentou a coleta de dados foi implementada durante o quarto bimestre letivo de 2024, nas aulas de Geografia, com uma turma de 42 estudantes do 3º ano do ensino médio. As atividades envolveram a aplicação da metodologia PI, estruturada em quatro encontros, cada um com duração de 50 minutos.

É importante destacar que a organização temporal das etapas que compõem a

metodologia conta com uma referência sugerida por Mazur (2015). Cada fase do ciclo é estruturada com duração aproximada, buscando equilibrar momentos de reflexão individual, discussão entre pares e retomada conceitual conduzida pelo professor. A Tabela 1, apresenta essa distribuição de tempos recomendada para a aplicação da metodologia, conforme proposto pelo autor.

Tabela 1 – Tempo recomendado para cada etapa do PI

Etapa	Tempo aproximado	Descrição
Exposição inicial do conteúdo	Até 20 minutos	O professor apresenta e contextualiza o tema da aula.
Apresentação da pergunta conceitual	1 a 2 minutos	O professor propõe uma questão conceitual relacionada ao conteúdo.
Reflexão individual	1 a 2 minutos	Os alunos pensam sozinhos sobre a questão e escolhem uma resposta.
Discussão entre pares	2 a 5 minutos	Os estudantes debatem entre si, confrontando e defendendo suas ideias.
Segunda votação individual	1 minuto	Após a discussão, os alunos votam novamente, individualmente.
Explicação do professor	2 a 5 minutos	O professor explica o conceito, esclarece dúvidas e consolida o saber.

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em Mazur (2015).

Ressalta-se, ainda, que os tempos indicados são sugestões e podem ser ajustados conforme o contexto da aula e as necessidades da turma. No entanto, é fundamental que essas adaptações sejam feitas com cautela, para que o tempo não se torne excessivo ou, por outro lado, tão reduzido a ponto de comprometer os objetivos da metodologia.

O planejamento e a execução seguiram uma sequência previamente delineada: no primeiro encontro, foi realizada a apresentação da proposta e o encaminhamento de um estudo autônomo, composto por leitura de texto e visualização de vídeo introdutório sobre a degradação dos solos; no segundo encontro, iniciou-se a aplicação da metodologia PI com a primeira questão conceitual, seguida da discussão entre pares e nova votação; no terceiro encontro, foram trabalhadas mais duas

questões conceituais, seguindo o mesmo ciclo de votação-discussão-votação; e, no quarto encontro, além da resolução das últimas questões conceituais, os estudantes responderam a um questionário de avaliação (escala *Likert* e questão aberta), seguido de uma discussão final mediada pelo professor. A síntese detalhada do planejamento está apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Etapas da pesquisa com a aplicação da metodologia *Peer Instruction*

Etapa	Descrição resumida	Objetivo Pedagógico	Ferramentas/Recursos Utilizados
1. Definição do tema	Seleção do conteúdo alinhado à BNCC e à realidade dos alunos.	Garantir relevância e pertinência do tema.	Planejamento, BNCC, currículo escolar.
2. Preparação prévia	Estudo autônomo com textos, vídeos e materiais indicados.	Promover autonomia e primeiro contato com o conteúdo.	Textos, vídeos, Google Classroom, YouTube.
3. Elaboração de questões	Criação de perguntas conceituais de múltipla escolha.	Estimular raciocínio crítico e identificar concepções.	<i>Kahoot!</i>
4. Aplicação da PI	Resposta individual, discussão em grupo e nova resposta.	Fomentar interação e construção colaborativa do conhecimento.	Projetor, <i>Kahoot!</i> , celular, notebook.
5. Avaliação da aprendizagem	Aplicação de questionário final e análise das respostas.	Avaliar impacto e ajustar futuras intervenções.	Questionário avaliativo, <i>Google Forms</i> .

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em Mazur (2015), Bacich e Moran (2017).

Destaca-se a importância de escolher, para a realização dos testes, uma ferramenta que ofereça devolutivas claras sobre o número de acertos e erros em cada questão. Idealmente, o recurso adotado deve disponibilizar relatórios que permitam esse tipo de análise, possibilitando, inclusive, o cálculo das porcentagens de erro e acerto por pergunta. Nesse sentido, identificou-se que o *Kahoot!* atende a esses critérios, razão pela qual foi escolhido para a aplicação da metodologia.

Além das atividades pedagógicas, a coleta de dados incluiu a aplicação de questionários do tipo *survey*, uma técnica que permite obter informações sobre

características, comportamentos e opiniões de um grupo representativo da população-alvo (Fonseca, 2002). O instrumento de coleta de dados consistiu em um questionário estruturado, composto por dois tipos de questões: abertas, voltadas à obtenção de descrições qualitativas, e fechadas, organizadas por meio de itens em escala *Likert*. Essa combinação permitiu captar tanto as percepções subjetivas e discursivas dos participantes quanto dados quantitativos para análise estatística. Segundo Günther (2003), a escala *Likert* é amplamente utilizada em pesquisas nas ciências sociais, especialmente para a avaliação de atitudes, opiniões e julgamentos.

A análise das questões abertas foi conduzida por meio da técnica de análise de conteúdo, conforme proposta por Mayring (2021), que compreende um processo interpretativo e sistemático de decomposição e reconstrução do discurso. As categorias emergentes foram constituídas a partir da leitura atenta do material textual, com a identificação de unidades de significado relevantes ao objeto de estudo. Essas unidades foram codificadas e agrupadas com base em critérios de similaridade temática, frequência, relevância e coerência interna.

O processo não se pauta em categorias pré-estabelecidas, mas permite que estas emergjam diretamente do conteúdo analisado, respeitando a lógica interna dos dados e os contextos discursivos dos participantes. Dessa forma, a categorização torna-se uma etapa essencial para a organização das respostas e para a interpretação das ideias centrais manifestadas pelos sujeitos da pesquisa, garantindo maior profundidade à análise qualitativa.

Com o objetivo de preservar a identidade dos participantes, todos os depoimentos foram anonimizados. Os estudantes foram identificados apenas por códigos alfanuméricos (A1, A2, A3, etc.), sem qualquer vínculo com seus nomes ou informações pessoais. Essa medida assegura o sigilo dos dados, em conformidade com os princípios éticos da pesquisa, os quais foram rigorosamente respeitados ao longo do estudo.

Resultados e Discussão

Seguindo os procedimentos metodológicos, foi desenvolvida uma intervenção pedagógica em sala de aula utilizando a metodologia PI. A primeira etapa consistiu na escolha do tema, fundamentada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Embora a BNCC do Ensino Médio não apresente uma habilidade específica voltada exclusivamente à Educação em Solos, orienta uma abordagem integrada das dimensões físico-naturais e histórico-sociais do ambiente, o que favorece práticas interdisciplinares e contextualizadas. Com base nisso, foi selecionada a habilidade EM13CNT206, da área de Ciências da Natureza, que propõe discutir a importância da preservação da biodiversidade e avaliar os impactos da ação humana e das políticas ambientais na sustentabilidade do planeta (BRASIL, 2018).

Após a definição do conteúdo a ser trabalhado, foram selecionados materiais de apoio, como textos e vídeos, com o objetivo de subsidiar um estudo autônomo inicial, promovendo o primeiro contato dos estudantes com o tema. A escolha desses materiais considerou critérios de acessibilidade, clareza conceitual e pertinência temática, de modo a garantir uma abordagem introdutória adequada ao perfil da turma. Embora a proposta pedagógica permita adaptações conforme o contexto educacional, recomenda-se a utilização de fontes confiáveis e atualizadas. No caso desta intervenção, foram utilizados o vídeo “Vamos Falar Sobre Solos”, disponível no canal da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS) no *YouTube* (<https://www.youtube.com/watch?v=e6DWDTDLLak>), e um texto introdutório adaptado de Lepsch (2011). Ressalta-se que outros recursos, como infográficos do Ministério do Meio Ambiente, materiais da Embrapa Solos ou capítulos selecionados de livros didáticos, também podem ser incorporados pelos docentes, respeitando a realidade pedagógica local.

Com base nesses insumos, o professor elaborou cinco questões conceituais voltadas à compreensão crítica dos conteúdos, as quais foram aplicadas por meio da plataforma *Kahoot!*, uma ferramenta digital gamificada que permite a criação e aplicação de quizzes interativos. Cabe destacar que essas questões podem ser

adaptadas a diferentes formatos e estratégias pedagógicas, conforme as possibilidades e especificidades de cada turma. As perguntas elaboradas para esta intervenção estão apresentadas no Quadro 2, a seguir.

Quadro 2 – Questões elaboradas para o Teste Conceitual

<p>Questão 1:</p> <p>Qual das práticas a seguir contribui diretamente para a conservação e sustentabilidade do solo em áreas urbanas?</p> <p>A) Pavimentação completa dos espaços urbanos para evitar o contato com contaminantes.</p> <p>B) Uso de agrotóxicos em praças e canteiros para controle de pragas.</p> <p>C) Implantação de jardins de chuva e áreas permeáveis.</p> <p>D) Substituição da vegetação nativa por gramados ornamentais de fácil manutenção.</p> <p>Gabarito: C</p> <p>Justificativa: Jardins de chuva e áreas permeáveis ajudam na infiltração da água no solo, prevenindo erosão e alagamentos.</p>
<p>Questão 2:</p> <p>Por que a cobertura vegetal é considerada essencial para a sustentabilidade do solo?</p> <p>A) Porque reduz a quantidade de nutrientes disponíveis no solo.</p> <p>B) Porque dificulta a infiltração de água e promove o escoamento.</p> <p>C) Porque protege o solo da erosão e mantém a umidade.</p> <p>D) Porque impede completamente a decomposição da matéria orgânica.</p> <p>Gabarito: C</p> <p>Justificativa: A cobertura vegetal protege o solo da ação direta da chuva e do vento, conservando a estrutura do solo e sua fertilidade.</p>
<p>Questão 3:</p> <p>Em um bairro da cidade, observou-se um aumento significativo de erosões e alagamentos após obras de urbanização. Qual seria uma explicação mais plausível para esse cenário?</p> <p>A) A construção de escolas e postos de saúde aumentou o tráfego de pedestres.</p> <p>B) A retirada da vegetação e o aumento das áreas impermeabilizadas reduziram a infiltração da água.</p> <p>C) O excesso de chuvas ácidas dissolveu o solo urbano.</p> <p>D) A urbanização fortalece o solo, tornando-o mais resistente a processos erosivos.</p> <p>Gabarito: B</p> <p>Justificativa: A impermeabilização do solo urbano impede a infiltração da água da chuva, contribuindo para erosões e alagamentos.</p>
<p>Questão 4:</p> <p>Entre as alternativas abaixo, qual representa uma estratégia de educação ambiental eficaz para promover o uso sustentável dos solos?</p> <p>A) Estimular apenas a leitura de textos acadêmicos sobre geologia.</p> <p>B) Propor atividades práticas de análise do solo e debates sobre o descarte correto de resíduos.</p>

C) Substituir aulas de campo por aulas expositivas em sala de aula.

D) Focar exclusivamente na formação técnica para áreas agrícolas.

Gabarito: B

Justificativa: Atividades práticas e debates contextualizados favorecem a construção de atitudes sustentáveis e conectadas ao cotidiano dos estudantes.

Questão 5:

A compactação do solo urbano pode trazer diversas consequências ambientais negativas. Qual das alternativas a seguir expressa corretamente uma dessas consequências?

A) Aumento da porosidade do solo e maior infiltração da água da chuva.

B) Melhoria na capacidade de retenção de nutrientes pelo solo.

C) Redução da infiltração de água e aumento do escoamento superficial.

D) Estímulo ao crescimento da vegetação nativa.

Gabarito: C

Justificativa: A compactação reduz os espaços entre as partículas do solo, dificultando a infiltração da água e favorecendo alagamentos.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

As questões aplicadas durante a intervenção foram cuidadosamente elaboradas para estudantes do 3º ano do Ensino Médio, levando em conta a complexidade conceitual do tema e a necessidade de estimular o pensamento crítico, a argumentação e o diálogo em sala de aula. A intenção não se restringia à avaliação do conhecimento prévio ou adquirido, mas visava, sobretudo, promover uma aprendizagem ativa, reflexiva e colaborativa, em consonância com os pressupostos da metodologia PI.

A intervenção pedagógica foi estruturada em etapas sequenciais, seguindo os princípios orientadores da metodologia adotada. Cada aula era iniciada com uma exposição oral de aproximadamente 20 minutos, durante a qual o professor apresentava os fundamentos teóricos essenciais sobre os solos, de acordo com o planejamento de aula. Essa etapa introdutória tinha como objetivo oferecer aos estudantes uma base conceitual sólida, indispensável para a efetivação das atividades nas etapas subsequentes.

Encerrada a exposição, era apresentada aos alunos uma questão conceitual de múltipla escolha, cuidadosamente construída para estimular a reflexão crítica e a interpretação dos conteúdos discutidos. Os estudantes dispunham de um a dois

minutos para refletir individualmente, em silêncio, selecionando uma alternativa e elaborando uma justificativa para sua escolha. As respostas eram registradas via plataforma *Kahoot!*. Ressalta-se que a escolha dessa plataforma digital contribuiu para estimular a participação ativa, o engajamento e a competitividade entre os estudantes, de maneira lúdica e dinâmica (Wang; Tahir, 2020).

A partir da análise das respostas iniciais, o professor identificava padrões de acerto e erro, o que permitia ajustar o encaminhamento pedagógico conforme o nível de compreensão dos alunos. Quando a taxa de acertos era inferior a 30%, isso indicava uma dificuldade generalizada na assimilação do conceito, exigindo a retomada da explicação pelo professor, com maior aprofundamento teórico. Por outro lado, quando o índice de acertos situava-se entre 30% e 70%, dava-se início à etapa central da metodologia PI: a discussão entre pares ou em pequenos grupos. Nesse momento, durante um período de dois a sete minutos, os estudantes eram incentivados a compartilhar suas justificativas, defender suas escolhas e considerar os argumentos apresentados pelos colegas, promovendo um diálogo construtivo e colaborativo em torno do conteúdo.

Quanto à formação dos grupos, embora a metodologia PI não estabeleça regras rígidas, baseia-se em princípios pedagógicos que valorizam a diversidade de entendimentos como fator enriquecedor da aprendizagem (Mazur, 2015). Com base nisso, o professor conduziu a organização dos grupos de forma intencional, orientando que os alunos evitassem formar pares com colegas habituais, a fim de ampliar a troca de perspectivas. Essa intervenção inicial teve como objetivo garantir diversidade nos diálogos e romper padrões fixos de interação. Após essa orientação, os estudantes tiveram autonomia para escolher seus pares, o que permitiu equilibrar a organização pedagógica com o protagonismo discente na condução da atividade.

Concluído esse momento de interação, os alunos registravam suas novas respostas, permitindo ao professor verificar se houve avanço na compreensão por meio da comparação entre os dois momentos. Quando a taxa de acerto ultrapassava os 70%, considerava-se que o conceito havia sido consolidado, e o professor prosseguia com uma nova questão ou novo conteúdo. Caso contrário, o docente

realizava uma intervenção mais direta, com explicações adicionais.

Ao final da discussão de cada questão, o professor promovia uma síntese, retomando os conceitos-chave, esclarecendo o raciocínio que fundamentava a alternativa correta e explorando os equívocos mais recorrentes. Essa etapa final era essencial para consolidar a aprendizagem e reforçar os conhecimentos construídos.

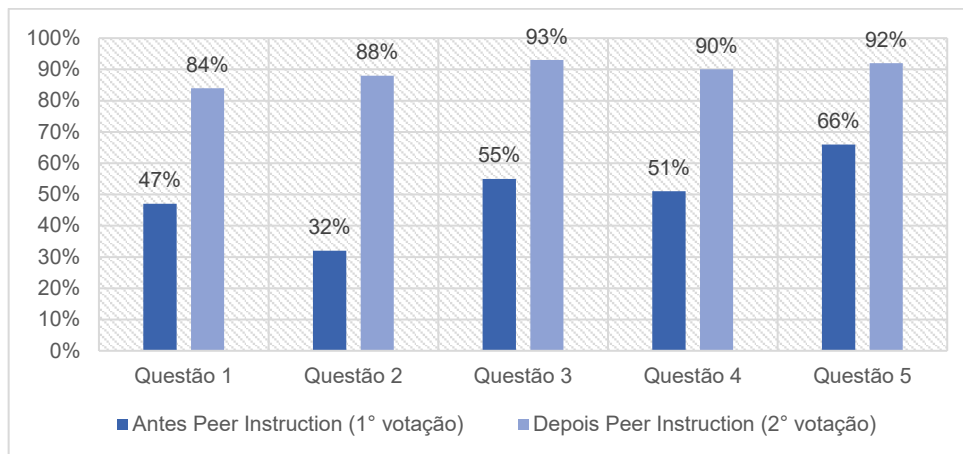
Após a conclusão da discussão de cada questão, avançava-se para a próxima, respeitando o tempo necessário para a execução adequada de cada fase prevista na metodologia. Constatou-se que o gerenciamento eficaz do tempo é um fator determinante para o sucesso da atividade. Em determinados momentos da aplicação, observou-se que, quando as etapas se prolongavam além do tempo planejado, havia maior propensão à dispersão dos estudantes e à superficialidade nas discussões entre pares. Essa experiência reforça a importância de manter o ritmo e a duração equilibrada das etapas, conforme previsto na dinâmica da metodologia PI.

Nesse contexto, destacou-se ainda o papel ativo do professor, cuja presença é essencial durante todo o processo. Ao circular pela sala, o docente atua como mediador das interações, promovendo o foco, esclarecendo dúvidas e estimulando o aprofundamento dos argumentos apresentados. Embora as dúvidas não tenham sido registradas sistematicamente, observou-se que elas surgiram tanto em relação aos conceitos abordados nas questões quanto à condução da dinâmica em sala. Por isso, a mediação docente se mostrou fundamental para orientar os estudantes nos momentos de incerteza, garantindo a fluidez da atividade e favorecendo a aprendizagem ativa.

Vale ressaltar que, considerando o objetivo central desta investigação, optou-se por registrar a primeira resposta de todos os estudantes de forma anônima e sem a divulgação imediata do gabarito correto. Essa decisão teve como objetivo evitar influências externas ou autocorreções antecipadas, assegurando que as respostas iniciais refletissem, com maior fidelidade, a compreensão individual dos alunos antes da etapa de discussão entre pares. Tal abordagem também favoreceu um ambiente mais livre para a revisão de ideias durante o diálogo, sem constrangimentos ou receio de errar.

Conforme previsto no planejamento didático, caso a taxa de acertos ficasse abaixo de 30%, seria necessária uma intervenção adicional do professor, com retomada e aprofundamento do conceito. No entanto, como os índices de acerto se mantiveram acima desse limite em todas as questões, essa etapa não precisou ser acionada. Dessa forma, seguiram-se apenas a discussão entre pares e a segunda votação, conforme estabelecido na dinâmica da metodologia PI. A comparação entre os níveis de acerto antes e depois da interação está apresentada na Figura 3, a seguir.

Figura 3 – Porcentagem de acertos durante as votações



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

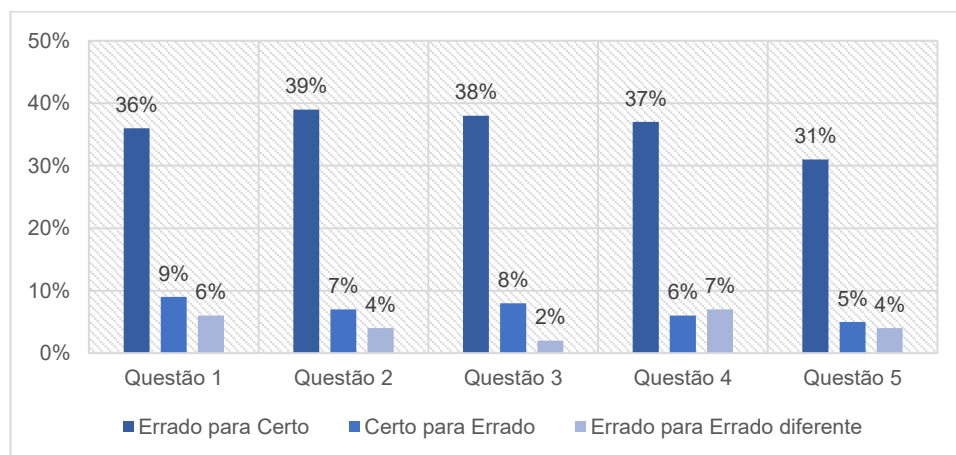
Os dados apresentados na Figura 3 evidenciam, de maneira expressiva, a eficácia da metodologia PI na promoção da aprendizagem ativa e na elevação do desempenho dos estudantes. Em todas as cinco questões aplicadas, houve um aumento considerável no percentual de acertos após a etapa de discussão entre pares. Os avanços mais notáveis foram observados nas Questões 1 e 2, cujos índices de acerto evoluíram de 47% para 84% e de 32% para 88%, respectivamente. Esses resultados sugerem que a troca de ideias e a argumentação colaborativa contribuíram significativamente para a superação de dificuldades conceituais previamente identificadas, corroborando a constatação de que “a interação entre os estudantes permite que as concepções erradas sejam desafiadas e que as explicações corretas sejam mais facilmente aceitas quando vem de um par do que de um professor” (Mazur,

2015, p. 10).

Mesmo nas questões com percentuais mais elevados de acertos antes da discussão, como a Questão 5 (66%), os resultados posteriores (92%) reafirmam o potencial da estratégia para aprofundar a compreensão e consolidar os conhecimentos trabalhados. Essa constatação é consistente com estudos que indicam que o uso da PI, mesmo em situações onde o nível inicial de compreensão é satisfatório, proporciona ganhos adicionais de aprendizagem. Smith *et al.* (2009, p. 123) destacam que “os alunos são mais propensos a mudar de uma resposta errada para a correta após a discussão em grupo do que apenas ouvindo uma explicação do instrutor”, o que evidencia o fortalecimento da reflexão metacognitiva e a reformulação de argumentos entre os pares.

Além disso, foi analisada a evolução das respostas entre a primeira e a segunda votação, observando-se como os alunos modificaram ou mantiveram suas escolhas após o diálogo com os colegas. Esse comportamento está em consonância com a literatura, que destaca que o diálogo interpessoal estimula os estudantes a justificarem suas respostas, refletirem criticamente e analisarem outros pontos de vista, potencializando a aprendizagem (Lima *et al.*, 2024). Essa dinâmica de alternância e refinamento das respostas é ilustrada na Figura 4, que evidencia as mudanças ocorridas ao longo do processo de instrução entre pares.

Figura 4 – Porcentagem de alternância das respostas



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Os dados apresentados na Figura 4 revelam uma tendência consistente de melhoria no desempenho dos estudantes após a etapa de discussão entre pares, característica central da metodologia PI. O eixo "Errado para Certo" apresenta índices elevados em todas as questões, com destaque para a Questão 2 (39%) e a Questão 3 (38%), indicando que uma parcela significativa dos alunos conseguiu corrigir concepções equivocadas após o diálogo com os colegas. Esses resultados corroboram as evidências apontadas por Smith *et al.* (2009, p. 123), que destacam que “a discussão entre pares frequentemente leva a aumentos substanciais no desempenho dos alunos, mesmo quando nenhum deles conhece a resposta correta inicialmente”, o que reforça o potencial dessa estratégia para promover a construção colaborativa de conhecimento e o aprimoramento da compreensão conceitual, mesmo em situações em que as respostas iniciais estão equivocadas.

A alternância de respostas de "Certo para Errado" manteve-se em patamares baixos, variando entre 5% e 9%, o que sugere que a troca entre pares raramente resultou em retrocesso no entendimento. Esse dado reforça a ideia de que o processo de argumentação coletiva tende a consolidar os conhecimentos já adquiridos, como argumentam Smith *et al.* (2009, p. 124), ao afirmarem que “as discussões ajudam os alunos a esclarecer e articular seu raciocínio, aumentando tanto a compreensão conceitual quanto a confiança”. Esses achados indicam que a interação entre os estudantes favorece não apenas a retenção de conteúdos, mas também o fortalecimento da segurança intelectual para defender argumentos fundamentados.

A mudança de "Errado para Errado diferente", embora não represente um acerto, aponta para o envolvimento cognitivo dos estudantes, que estão reavaliando suas respostas. Esse comportamento é especialmente visível na Questão 4, que apresentou o maior índice nessa categoria (7%), possivelmente em razão da complexidade conceitual ou da ambiguidade das alternativas. De acordo com Smith *et al.* (2009, p. 124), “mesmo quando os alunos não convergem imediatamente para a resposta correta, o simples ato de engajar-se na discussão promove habilidades de raciocínio crítico e revisão de concepções”, indicando que essas reformulações, ainda

que incompletas, fazem parte de um processo progressivo de refinamento e aprofundamento da compreensão dos conteúdos.

Outro resultado relevante foi obtido por meio de um questionário que incluiu a seguinte pergunta: Como você avalia a contribuição da metodologia PI para o seu engajamento nas aulas e para a compreensão dos conteúdos? Com o objetivo de captar as percepções dos alunos sobre seu envolvimento nas atividades e o impacto na aprendizagem. Essa abordagem possibilitou a triangulação dos dados quantitativos com informações qualitativas, proporcionando uma compreensão mais ampla das experiências dos estudantes. Os principais resultados sobre engajamento e aprendizagem estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Avaliação da percepção dos alunos sobre a abordagem *Peer Instruction* no engajamento e na aprendizagem

Item	Fortemente concordo	Concordo	Neutro	Discordo	Fortemente discordo
1. A abordagem PI me proporcionou mais confiança para participar das aulas.	18 (42,9%)	16 (38,1%)	5 (11,9%)	3 (7,1%)	0 (0%)
2. A aplicação do PI contribuiu para que eu participasse com mais frequência das atividades em sala.	20 (47,6%)	14 (33,3%)	5 (11,9%)	3 (7,1%)	0 (0%)
3. O uso do PI favoreceu minha atuação ativa durante as aulas.	22 (52,4%)	13 (31,0%)	5 (11,9%)	2 (4,8%)	0 (0%)
4. A metodologia PI ajudou a manter minha atenção concentrada nas aulas.	19 (45,2%)	15 (35,7%)	6 (14,3%)	2 (4,8%)	0 (0%)
5. O fato de minhas respostas não serem visíveis aos colegas me encorajou a participar ativamente.	17 (40,5%)	16 (38,1%)	6 (14,3%)	3 (7,1%)	0 (0%)
6. A utilização do PI nas aulas aumentou minha motivação para aprender.	21 (50%)	15 (35,7%)	4 (9,5%)	2 (4,8%)	0 (0%)

7. O PI possibilitou que eu tivesse um retorno imediato sobre o que sabia ou não sabia.	23 (54,8%)	14 (33,3%)	3 (7,1%)	2 (4,8%)	0 (0%)
8. O uso do PI contribuiu para que eu compreendesse melhor as opiniões e atitudes dos meus colegas.	16 (38,1%)	15 (35,7%)	7 (16,7%)	4 (9,5%)	0 (0%)
9. A metodologia PI facilitou a compreensão dos conceitos centrais trabalhados em sala.	19 (45,2%)	14 (33,3%)	6 (14,3%)	3 (7,1%)	0 (0%)
10. As perguntas utilizadas no PI contribuíram para aprimorar meu aprendizado sobre a degradação dos solos.	20 (47,6%)	15 (35,7%)	5 (11,9%)	2 (4,8%)	0 (0%)

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Com base nos dados da Tabela 2, observa-se uma aceitação amplamente positiva, com destaque para a aprendizagem sobre degradação dos solos. A maior parte dos estudantes indicou que as atividades desenvolvidas com essa abordagem contribuíram de forma significativa para a compreensão do conteúdo trabalhado. Esse resultado corrobora Bacich e Moran (2017), que destacam que metodologias ativas, como a PI, promovem maior engajamento e aprofundamento conceitual por meio da interação entre os estudantes.

Destaca-se que 47,6% dos alunos afirmaram que concordam fortemente com a afirmação de que o uso de perguntas estruturadas pela metodologia PI melhorou seu aprendizado sobre degradação dos solos. Outros 35,7% também concordaram, totalizando 83,3% de respostas positivas. Esse dado demonstra que a prática favoreceu a assimilação de conteúdos ambientais de forma significativa, em consonância com o que defendem Mazur (1997) e Crouch e Mazur (2001), ao apontarem que o uso de perguntas conceituais desafiadoras estimula o raciocínio crítico e facilita a reestruturação de conhecimentos prévios.

Além disso, a metodologia também foi percebida como promotora de um ambiente de participação mais ativa. Na afirmação sobre sentir-se mais confiante para

participar das aulas, 42,9% dos alunos concordaram fortemente e 38,1% concordaram. Já em relação ao aumento da frequência da participação direta na aula, 47,6% afirmaram concordar fortemente, seguidos por 33,3% que concordaram. Esses dados revelam que a PI ajudou a romper barreiras de insegurança, incentivando os estudantes a se envolverem mais nas discussões e no processo de ensino-aprendizagem, como também observam Lima *et al.* (2017), ao destacarem que a troca entre pares estimula a argumentação e a segurança na exposição de ideias.

Outro aspecto importante foi a percepção dos alunos sobre o impacto da metodologia na sua atenção em sala de aula. Um total de 80,9% dos estudantes afirmou, entre concordo e concordo fortemente, que passou a prestar mais atenção nas aulas com a utilização dessa estratégia. Isso indica que a dinâmica da PI contribuiu para um ambiente mais concentrado e focado no conteúdo, resultado que se alinha às observações de Freire (2014), que defende que práticas dialógicas e interativas fortalecem a escuta ativa e o interesse pelo conhecimento.

Também merece destaque a percepção dos estudantes sobre o anonimato das respostas, o que os encorajou a participar mais ativamente. Um total de 78,6% respondeu positivamente a essa afirmativa, apontando que o modelo contribuiu para um espaço mais acolhedor e livre de julgamentos. Essa característica da PI, conforme ressalta Crouch e Mazur (2001), é fundamental para criar um ambiente de segurança psicológica, no qual os alunos sentem-se confortáveis para errar e aprender com os pares.

Esses dados revelam que a metodologia PI foi efetiva tanto no engajamento dos alunos quanto na aprendizagem de conteúdos ambientais, especialmente no que diz respeito à degradação dos solos. A estratégia se mostrou adequada para promover não apenas a compreensão conceitual, mas também a participação, a motivação e a autonomia dos estudantes no processo de aprendizagem, conforme defendem Bacich e Moran (2017) e Vital *et al.* (2022), ao afirmarem que metodologias ativas favorecem o protagonismo discente e a construção coletiva do conhecimento.

Com o objetivo de aprofundar a compreensão sobre as percepções dos alunos em relação ao engajamento e à aprendizagem promovida pela metodologia PI,

realizou-se uma análise qualitativa das respostas abertas obtidas no questionário aplicado ao final da atividade. A análise foi orientada pela técnica de análise de conteúdo, conforme proposta por Mayring (2021), que consiste em um procedimento interpretativo e sistemático de decomposição do discurso em unidades de significado, seguido da reconstrução de ideias centrais com base em regras lógicas de categorização. O processo envolveu a leitura flutuante do material, a identificação de unidades relevantes, a codificação inicial e, posteriormente, o agrupamento das informações em categorias temáticas.

Nesse estudo, o procedimento resultou na emergência de oito categorias, definidas a partir da recorrência, coerência interna e relevância temática dos enunciados dos participantes. Cada categoria foi delineada com base em indicadores qualitativos específicos, que expressavam diferentes aspectos da experiência vivenciada pelos estudantes durante a aplicação da metodologia. As categorias permitem compreender não apenas os ganhos conceituais proporcionados pela atividade, mas também os impactos no plano afetivo, social e crítico do processo de aprendizagem.

A seguir, a Tabela 3 apresenta a sistematização dessas categorias temáticas, acompanhadas de seus respectivos indicadores e de excertos representativos das falas dos estudantes, que ilustram os sentidos atribuídos à experiência com a PI.

Tabela 3 – Síntese da análise das categorias temáticas sobre a percepção dos estudantes em relação ao engajamento e à aprendizagem promovidos pela abordagem *Peer Instruction*

Categoria	Nº de alunos (A=42)*	Relatos dos alunos (citações ilustrativas)
Aprendizagem entre pares	13 (40,63%)	“Sinto que isso me ajuda a aprender melhor porque absorvo melhor as informações quando discuto com meus colegas e professores.” (A11)
Melhorando entendimento	11 (34,38%)	“A estratégia me fez prestar mais atenção no conteúdo e entender mais do que estávamos estudando.” (A05)
Esclarecendo dúvidas	9 (28,13%)	“Quando escuto a explicação dos colegas, muitas dúvidas que eu tinha acabam sendo resolvidas de forma mais fácil.” (A18)

ISSN: 1984-6444 | <http://dx.doi.org/10.5902/1984644491918>

Aumento do engajamento	10 (31,25%)	“Me senti mais motivado a participar da aula e a ouvir o que os outros tinham a dizer. Foi bem mais dinâmico.” (A29)
Troca de perspectivas	8 (25,00%)	“Ver como os colegas pensam sobre o mesmo assunto me fez refletir e entender de outro jeito, foi interessante.” (A34)
Confiança na participação	7 (21,88%)	“Eu normalmente fico com vergonha de falar, mas com essa estratégia, como todos participam, eu me senti mais à vontade para opinar.” (A22)
Relação teoria e prática	6 (18,75%)	“As discussões me ajudaram a conectar o que a gente estuda com situações reais, principalmente sobre os problemas do solo.” (A08)
Desenvolvimento do pensamento crítico	5 (15,63%)	“Tive que pensar melhor nos argumentos antes de responder, e isso me fez refletir mais sobre o que eu estava aprendendo.” (A19)

* Número de estudantes cujas visões foram representadas dentro de cada categoria (ou seja, o número de estudantes que endossaram a categoria). Essas categorias não são mutuamente exclusivas. Assim, os participantes podem ter endossado mais de uma categoria.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A análise qualitativa dos dados apresentados na Tabela 3, evidencia percepções amplamente positivas dos estudantes quanto à aplicação da metodologia PI no processo de ensino-aprendizagem. As respostas abertas foram organizadas em categorias temáticas que revelam múltiplas dimensões do impacto dessa abordagem na experiência educacional dos participantes.

A categoria mais recorrente, “Aprendizagem entre pares” (40,63%), indica que a interação com os colegas é vista como fundamental para a construção do conhecimento. Os relatos destacam que o diálogo horizontal favorece a assimilação dos conteúdos, ao permitir a troca de saberes de forma colaborativa e acessível. Esse resultado corrobora a afirmação de Mazur (2015, p. 10), ao argumentar que “a interação entre estudantes, ao explicar e defender suas respostas, desempenha um papel central na internalização do conteúdo e na construção do entendimento conceitual”. A convergência entre os dados empíricos e a literatura reforça que a metodologia PI potencializa a aprendizagem justamente por incentivar que os

estudantes assumam o papel de protagonistas de seu próprio processo de conhecimento, favorecendo a internalização conceitual por meio da colaboração.

Em seguida, as categorias “Melhorando entendimento” (34,38%) e “Esclarecendo dúvidas” (28,13%) reforçam que a participação ativa e a escuta atenta às diferentes explicações contribuíram para consolidar conceitos antes pouco compreendidos. Esse achado é sustentado por Crouch e Mazur (2001, p. 973), que apontam que “o processo de discutir respostas e comparar raciocínios permite aos estudantes identificar e corrigir mal-entendidos de maneira mais eficiente do que através da instrução tradicional”. De forma semelhante, Fagen *et al.* (2002, p. 5) acrescentam que “as discussões entre pares aumentam a retenção do conteúdo e a capacidade de resolver problemas, uma vez que os estudantes confrontam e ajustam suas compreensões em tempo real”. Assim, os relatos dos alunos de que as discussões ajudaram na superação de dificuldades conceituais confirmam a literatura, que reconhece a eficácia do PI em promover esclarecimentos mais sólidos e duradouros.

Outro aspecto destacado pelos estudantes foi o “Aumento do engajamento” (31,25%), que aponta para uma maior motivação durante as aulas, impulsionada pela natureza interativa da metodologia. Tal percepção é consistente com Mazur (2015, p. 9), que destaca que “a participação ativa fomentada pelas discussões em sala transforma o aluno de um receptor passivo de informações em um participante ativo do próprio processo de aprendizagem”. De modo complementar, Deslauriers *et al.* (2011, p. 862) demonstram empiricamente que “a metodologia PI não apenas aumenta a participação dos estudantes, mas também gera maior envolvimento emocional e cognitivo nas atividades de sala de aula”. Isso demonstra que o envolvimento relatado pelos participantes não é um efeito fortuito, mas sim uma consequência direta e intencional do design pedagógico da metodologia, o que valida a efetividade do PI em estimular a motivação e a participação ativa dos alunos.

Além disso, categorias como “Confiança na participação” (21,88%) e “Troca de perspectivas” (25,00%) revelam que o ambiente criado pelo PI favoreceu a expressão de opiniões e o respeito à diversidade de ideias. Essa constatação está de acordo

com Crouch e Mazur (2001, p. 974), que afirmam que “o caráter colaborativo da discussão entre pares contribui para a criação de um ambiente menos intimidador, onde os estudantes se sentem mais confortáveis para compartilhar suas ideias e aprender com as diferenças”. O estudo de Fagen *et al.* (2002, p. 7) também reforça essa conclusão ao indicar que “a natureza dialogada do PI contribui para aumentar a autoconfiança dos estudantes e incentivar a participação de grupos tradicionalmente mais reticentes”. Esse alinhamento entre as evidências da pesquisa e a literatura demonstra que a metodologia não apenas favorece a compreensão conceitual, mas também cria um ambiente acolhedor e seguro, promovendo a confiança e a valorização da diversidade de pensamentos.

Benefícios mais complexos também foram apontados, como o “Desenvolvimento do pensamento crítico” (15,63%) e a “Relação teoria e prática” (18,75%), indicando que a abordagem estimula aprendizagens conectadas ao cotidiano e à reflexão. Esse resultado encontra respaldo em Mazur (2015, p. 11), que destaca que “as interações entre pares não apenas promovem o domínio conceitual, mas também fortalecem habilidades de argumentação e pensamento crítico, essenciais para a aplicação do conhecimento em contextos diversos”. Deslauriers *et al.* (2011, p. 864) também sublinham que “o *Peer Instruction* favorece a habilidade de aplicar conceitos em situações novas e resolver problemas complexos, estimulando o raciocínio de ordem superior”. Assim, observa-se que o PI vai além da simples memorização, promovendo o desenvolvimento de competências cognitivas superiores, como o pensamento crítico e a capacidade de aplicar conceitos em situações reais, elementos valorizados tanto pela literatura quanto pelos participantes da pesquisa.

O diálogo entre pares mostrou-se um componente central para a construção coletiva do conhecimento, fortalecendo habilidades essenciais como a cooperação, a argumentação e o trabalho em equipe. Nesse sentido, Michaelsen e Sweet (2008) destacam que a aprendizagem mediada pela interação entre os estudantes favorece o desenvolvimento de competências socioemocionais e cognitivas, o que foi claramente percebido nos relatos que enfatizaram a importância da escuta ativa e do debate fundamentado durante as atividades.

Do ponto de vista conceitual, os dados evidenciam avanços significativos na compreensão da morfologia dos solos e de suas implicações práticas no ambiente urbano. Os estudantes evidenciaram uma assimilação mais clara dos conteúdos abordados, demonstrando habilidade para aplicá-los em situações concretas, o que aponta para uma aprendizagem mais contextualizada, significativa e duradoura. Esses resultados estão em consonância com as contribuições de Crouch e Mazur (2001) e Pinto *et al.* (2012), que destacam a eficácia das estratégias colaborativas no favorecimento da compreensão profunda e da retenção de conceitos complexos.

Outro aspecto de destaque foi o surgimento de reflexões críticas em torno da sustentabilidade e da conservação dos solos. As discussões em sala de aula contribuíram para ampliar a consciência ambiental dos estudantes, que passaram a reconhecer a urgência de práticas sustentáveis em seus territórios. Conforme argumenta Leff (1999), a educação voltada à sustentabilidade deve mobilizar metodologias que estimulem o pensamento crítico e a ação transformadora, perspectiva que se concretiza nos resultados obtidos. Como reforça Leff (2001), comportamentos ecologicamente responsáveis se constroem na vivência escolar, por meio da articulação entre teoria e prática.

Adicionalmente, observou-se que a PI favoreceu o desenvolvimento de habilidades metacognitivas. A troca de ideias entre os pares estimulou os alunos a reavaliar suas respostas, identificar inconsistências e aprimorar seus raciocínios. Tullis e Goldstone (2020) corroboram que esse tipo de interação fortalece a metacognição, promovendo a capacidade de reflexão crítica sobre o próprio processo de aprendizagem e contribuindo para uma formação mais autônoma e profunda.

Considerações finais

O estudo investigou o potencial da metodologia ativa PI para promover o engajamento dos estudantes, desenvolver habilidades cognitivas, com ênfase na resolução de problemas e fomentar a construção de uma consciência crítica sobre a conservação dos solos. A pesquisa partiu da constatação de que a Educação em

Solos carece de práticas pedagógicas que integrem teoria e prática de maneira eficaz, e a PI foi escolhida como estratégia para fomentar a participação ativa e o desenvolvimento do pensamento crítico.

Os resultados mostraram avanços significativos, com a metodologia contribuindo para o fortalecimento do protagonismo dos alunos, incentivando a argumentação e promovendo o trabalho colaborativo. A maioria dos alunos relatou uma melhor compreensão sobre a degradação e conservação dos solos, destacando a eficácia da PI quando aplicada de forma contextualizada e interativa. A metodologia também aumentou o engajamento, ampliou a troca de perspectivas e criou um ambiente mais inclusivo, permitindo que até os estudantes mais reticentes participassem.

Outro ponto forte da PI foi seu impacto no desenvolvimento de competências metacognitivas, pois os alunos foram incentivados a refletir sobre seus próprios raciocínios, corrigir erros e melhorar seus argumentos. Esse processo contribuiu para a autonomia intelectual, alinhando-se às exigências de uma educação crítica e voltada ao protagonismo.

No entanto, o estudo identificou algumas limitações, entre elas a dependência da qualidade das questões conceituais elaboradas pelos professores. Embora não exista um procedimento sistematizado para a construção dessas questões, recomenda-se um planejamento cuidadoso para evitar a formulação de perguntas excessivamente fáceis, que possam ser respondidas sem estimular a reflexão crítica. Além disso, o tempo limitado das aulas e o domínio prévio dos conteúdos pelos estudantes podem restringir o aprofundamento das discussões. Essa conclusão baseia-se nas observações feitas durante a aplicação da metodologia, nas quais se constatou que, sempre que as etapas se estendiam além do tempo previsto, aumentava a dispersão e a perda de foco nas discussões. Em contextos em que os estudantes demonstravam pouco domínio prévio dos conceitos, houve maior necessidade de mediação docente e menor fluidez na argumentação entre pares.

A pesquisa também evidencia a necessidade de ampliar a aplicação da PI na educação básica, considerando que seu uso no ensino superior já está consolidado, o que aponta uma lacuna importante para futuras investigações. Essas investigações

têm um papel fundamental ao subsidiar a busca por metodologias inovadoras que incentivem os docentes a diversificar e qualificar suas práticas pedagógicas. Além disso, contribuem para ampliar a visibilidade da Educação em Solos, especialmente diante do agravamento das questões ambientais globais e da necessidade de formar cidadãos mais conscientes e comprometidos com a sustentabilidade.

Em síntese, a PI apresenta grande potencial para inovar as práticas pedagógicas na Educação em Solos, promovendo uma aprendizagem mais crítica, colaborativa e alinhada aos desafios socioambientais. Sua flexibilidade metodológica permite adaptações a diferentes realidades escolares, ampliando o repertório de estratégias que favorecem a construção de conhecimentos contextualizados e relevantes. Assim, a PI pode ser decisiva para formar sujeitos conscientes e responsáveis na preservação do solo e do meio ambiente.

Referências

ARAGÃO, J. Introdução aos estudos quantitativos utilizados em pesquisas científicas. **Revista Práxis**, Rio de Janeiro. ano III, nº 6, agosto 2011.

ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 20, 2013.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Penso Editora, 2017.

BIONDI, D.; FALKOWSKI, V. Avaliação de uma atividade de educação ambiental com o tema “solo”. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. V. (22), p. 203 a 215, janeiro a julho de 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BREVIK, E. C. *et al.* Guidelines for undergraduate and graduate students. *In*: KOSAKI, T.; LAL, R.; REYES-SANCHES, L. B. (eds.). **Soil Science Education: Global Concepts and Teaching**. Stuttgart: Catena-Schweizerbart, 2020. p. 31-48.

BUENO, A. P. La construcción del conocimiento científico y los contenidos de ciencias. *In*: ALEIXANDRE, M. P. J. (Coord.) **Enseñar ciencias**. Barcelona: Editorial GRAÓ, p. 33-54, 2003.

CHARZYŃSKI, P. *et al.* A global perspective on soil science education at third educational level; knowledge, practice, skills and challenges. **Geoderma**, v. 425, p. 116053, 2022.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CROUCH, C. H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, v. 69, p. 970-977, 2001.

DAL-FARRA, R. A.; LOPES, P. T. C. Métodos mistos de pesquisa em educação: pressupostos teóricos. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 24, n. 3, p. 67-80, 2013.

DESLAURIERS, L. *et al.* Improved learning in a large-enrollment physics class. **Science**, v. 332, n. 6031, p. 862-864, 2011.

FAGEN, A. P.; CROUCH, C. H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Results from a range of classrooms. **The Physics Teacher**, v. 40, n. 4, p. 206-209, 2002.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC. Apostila. 2002.

FRASSON, V. R.; WERLANG, M. K. Ensino de solos na perspectiva da educação ambiental: contribuições da ciência geográfica. **Geografia: Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v.14, n.1, p. 94-99, 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Editora Paz e terra, 2014.

GONZÁLEZ, M. Á. *et al.* Teaching and learning physics with smartphones. **Journal of Cases on Information Technology (JCIT)**, v. 17, n. 1, p. 31-50, 2015.

GÜNTHER, H. **Como Elaborar um Questionário**. Laboratório de Psicologia Ambiental Universidade de Brasília; Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, Nº 01. Brasília. 2003.

KNIGHT, J. K.; WISE, S. B.; SIEKE, S. Group random call can positively affect student in-class clicker discussions. **CBE Life Sciences Education**, v. 15, n. 4, p. ar56, 2016.

KNIGHT, J. K.; WISE, S. B.; SOUTHARD, K. M. Understanding clicker discussions: Student reasoning and the impact of instructional cues. **CBE Life Sciences Education**, v. 12, n. 4, p. 645-654, 2013.

LASRY, N.; MAZUR, E.; WATKINS, J. Peer Instruction: from Harvard to the two-year college. **American Journal of Physics**, College Park, v. 76, n. 11, p. 1066-1069, Nov. 2008.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

LEFF, E. Educação ambiental e desenvolvimento sustentável. In: REIGOTA, M. (org.). **Verdecotidiano: o meio ambiente em discussão**. Rio de Janeiro: DP&A, 1999.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. Oficina de Textos, 2011.

LIBÂNIO, J. C. A aprendizagem escolar e a formação de professores na perspectiva da psicologia histórico-cultural e da teoria da atividade. **Educar em Revista**, n. 24, p. 113-147, 2004.

LIMA, M. F. *et al.* A Metodologia Ativa Peer Instruction: Origem, Aplicação e os Benefícios para a Prática Docente. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 7, p. 52-66, 2024.

MAYRING, P. **Qualitative Content Analysis: A Step-by-Step Guide**. Londres: SAGE Publications, 2021.

MAZUR, E. **Peer instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Penso Editora, 2015.

MAZUR, E.; WATKINS, J. Just-in-time teaching and peer instruction. p. 39-62. In: SIMKINS, S. P.; MAIER, M. H. (org.). *Just in time teaching*. Routledge, 2010.

MCDONNELL, L.; MULLALLY, M. Research and Teaching: Teaching Students to Check Their Work While Solving Genetics Problems. **Journal of College Science Teaching**, v. 46, p. 68-75, 2016.

MICHAELSEN, L. K.; SWEET, M. The essential elements of team-based learning. **New directions for teaching and learning**, v. 2008, n. 116, p. 7-27, 2008.

MORAN, J. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora**. Papyrus, 2015.

MUGGLER, C. C., PINTO, F. de A.; MACHADO, A. A. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 30, p. 733-740, 2006.

NASCIMENTO, M. S.; MARQUES, J. D. de O. Uma proposta didática empregando tecnologias digitais para a compreensão da importância dos solos na Educação Ambiental. **Revista Ponto de Vista**, [S. l.], v. 13, n. 3, p. 01–20, 2024.

PALOSCHI, C. A.; VARELA, K. C. A.; FRANÇA, M. M. Produção de material didático do ensino de solos na educação básica. **Revista Transmutare**, v. 9, 2023.

PINTO, A.S.S. *et al.* Inovação Didática - Projeto de Reflexão e Aplicação de Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino Superior: uma experiência com “Peer Instruction”. **Janus**, v. 9, n. 15, p. 75-87, 2012.

RIBAS, A. S. **Telefone celular como um recurso didático**: possibilidades para mediar práticas do ensino de Física. Dissertação de mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa-PPGECT, 2012.

SATO, M. **Educação ambiental**. São Carlos, RiMa, 2003.

SCHELL, J. A.; BUTLER, A. C. Insights from the science of learning can inform evidence-based implementation of peer instruction. **Frontiers in Education**, Lausanne, v. 3, p. 33, maio 2018.

SMITH, Michelle K. *et al.* Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. **Science**, v. 323, n. 5910, p. 122-124, 2009.

SOUSA, H. F. T.; MATOS, F. S. O ensino dos solos no ensino médio: desafios e possibilidades na perspectiva dos docentes. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 3, n. 6, p. 71-78, jul. 2012.

TULLIS, J. G.; GOLDSTONE, R. L. Why does peer instruction benefit student learning?. **Cognitive research: principles and implications**, v. 5, n. 1, p. 15, 2020.

URBAŃSKA, M. *et al.* Environmental threats and geographical education: Students' sustainability awareness-evaluation. **Education Sciences**, v. 12, n. 1, p. 1, 2021.

UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura). **UNESCO raises global alarm on the rapid degradation of soils**. Disponível em: <https://www.unesco.org/en/articles/unesco-raises-global-alarm-rapid-degradation-soils>. Acesso em: 13 jan. 2025.

ISSN: 1984-6444 | <http://dx.doi.org/10.5902/1984644491918>

VITAL, A. F. M.; RIBON, A. A.; DANTAS, J. S. Práticas de educação em solos na educação básica. In: VEZZANI, F. *et al.* (org.). **Educação em solos**. 1. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2022.

WANG, Alf Inge; TAHIR, Rabail. The effect of using Kahoot! for learning—A literature review. **Computers & Education**, v. 149, p. 103818, 2020.

WESELY, P. M. Language learning motivation in early adolescents: using mixed methods research to explore contradiction. **Journal of Mixed Methods Research**, v. 4, n. 4, p. 295-312, 2010.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)