



Ensino de Ciências e alfabetização científica com Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Agrotóxicos na Amazônia paraense

Science education and scientific literacy with Problem-Based Learning: Pesticides in the Amazon of Pará

Enseñanza de Ciencias y alfabetización científica con Aprendizaje Basado en la Resolución de Problemas: Pesticidas em la Amazonía de Pará

Deivison Ferreira Oliveira¹

Professor efetivo da Secretaria Municipal de Educação, Moju/PA, Brasil

Mariele da Silva Gomes²

Professora da Secretaria de Estado de Educação e Desporto Escolar, Manaus/AM, Brasil

Ronilson Freitas de Souza³

Professor da Universidade do Estado do Pará, Belém/PA, Brasil

José Fernando Pereira Leal⁴

Professor da Universidade do Estado do Pará, Castanhal/PA, Brasil

Recebido em: 29/08/2024

Aceito em: 06/11/2024

Resumo

O artigo analisa as possíveis contribuições de uma intervenção didática, baseada na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), focada nos impactos ambientais causados por agrotóxicos na Amazônia paraense, com uma discussão voltada para os indicadores de Alfabetização Científica (AC). A pesquisa segue uma abordagem qualitativa, utilizando um estudo de caso, e emprega como instrumentos de coleta de dados a ficha de monitoramento ABRP e o diário de campo. Os dados foram analisados no contexto dos indicadores de AC. A partir dos registros escritos dos alunos, foram identificados esses indicadores, o que sugere que a intervenção didática contribui de maneira significativa para esse aspecto educacional. Dessa forma, a intervenção esclarece aos alunos os malefícios causados ao meio ambiente pelo uso indiscriminado de agrotóxicos, destacando a importância de utilizá-los de forma correta e responsável, respeitando as normas de segurança.

¹ deivison.oliveira@docente.semed.muju.pa.gov.br.

² mariele.sg@gmail.com.

³ ronilson@uepa.br.

⁴ jfpleal@uepa.br.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. Intervenção Didática. Agrotóxico. Ensino de Ciências. Amazônia.

Abstract

The article explores the potential contributions of a didactic intervention based on Problem-Based Learning (PBL), focusing on the environmental impacts caused by pesticide use in the Amazon region of Pará. The discussion centers on Scientific Literacy (SL) indicators. The research adopts a qualitative approach, using a case study, and employs the PBL, monitoring form and a field diary as data collection instruments. The data were analyzed within the context of SL indicators. From the students' written records, these indicators were identified, suggesting that the didactic intervention significantly contributes to this educational aspect. Thus, the intervention clarifies for students the harmful effects on the environment caused by the indiscriminate use of pesticides, highlighting the importance of using them properly and responsibly, in compliance with safety standards.

Keywords: Problem-Based Learning. Didactic Intervention. Pesticides. Science Education. Amazon.

Resumen

El artículo analiza las posibles contribuciones de una intervención didáctica, basada en el Aprendizaje Basado en la Resolución de Problemas (ABRP), centrada en los impactos ambientales causados por pesticidas en la Amazonía paraense, con una discusión orientada hacia los indicadores de Alfabetización Científica (AC). La investigación sigue un enfoque cualitativo, utilizando un estudio de caso, y emplea como instrumentos de recolección de datos la ficha de monitoreo ABRP y el diario de campo. Los datos fueron analizados en el contexto de los indicadores de AC. A partir de los registros escritos de los estudiantes, se identificaron estos indicadores, lo que sugiere que la intervención didáctica contribuye de manera significativa a este aspecto educativo. De esta manera, la intervención aclara a los estudiantes los perjuicios causados al medio ambiente por el uso indiscriminado de pesticidas, destacando la importancia de utilizarlos de manera correcta y responsable, respetando las normas de seguridad.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en la Resolución de Problemas. Intervención Didáctica. Plaguicida. Enseñanza de las Ciencias. Amazonía.

Introdução

O ensino de Ciências no Brasil atravessou diversas concepções ao longo do tempo, moldadas pelas circunstâncias históricas do país. Atualmente, o objetivo central do ensino de Ciências Naturais é fortalecer habilidades para os alunos experimentarem o que antes se denominava método científico. Isso significa que eles devem desenvolver competências científicas, valorizar a investigação, promover a sustentabilidade, fazer a integração da ciência e tecnologia, fomentar a curiosidade e o interesse pelo mundo natural (Brasil, 2018). Mediante tais circunstâncias, é fundamental que as escolas promovam um ensino de Ciências que utilize uma linguagem científica capaz de desenvolver competências e habilidades nos alunos. Isso leva o estudante a portar-se criticamente frente aos desafios sociais, contribuindo ativamente para o exercício da cidadania no mundo contemporâneo (Bizzo; Jordão, 2009).

Para tal postura, é necessário integrar práticas de Alfabetização Científica aos estudantes da educação básica, pois, por meio delas, é possível formar cidadãos instruídos e capazes de enfrentar problemas de cunho social, cultural e econômicos presentes na atualidade (Cachapuz *et al.*, 2011). Diante desses pressupostos, e da relevância em trabalhar os conceitos de Ciências da Natureza de maneira contextualizada, associando seus conteúdos à realidade dos estudantes, escolhemos, então, os impactos ambientais causados por agrotóxicos. A utilização desses produtos químicos no local da pesquisa provoca impactos no meio ambiente, o que por sua vez, afeta a vida e a saúde humana, já que os seres humanos dependem de recursos como água, terra, ar e alimentos para sobrevivência (Belchior *et al.*, 2014).

A justificativa para essa escolha decorre do fato desses temas estarem presentes no contexto local dos participantes da pesquisa. Essas questões ambientais geram debates que se afinam com questões sociais, educacionais, políticas e econômicas. Isso torna a temática altamente relevante, não só para eles, mas também para grande parte dos brasileiros, já que somos grandes consumidores de agrotóxicos em escala mundial. Essas circunstâncias levam-nos a repensar sobre o uso excessivo e indiscriminado dessas substâncias que vêm causando danos ao meio ambiente e geram preocupações em várias áreas do mundo (Menezes; Dutra e Guimarães, 2021). Assim, Bianchini (2015) observa que uma maneira de minimizar esses efeitos é atribuir à educação ambiental a responsabilidade de estabelecer o caminho para sua realização.

Devido a isso, buscamos uma metodologia que envolvesse os alunos de forma ativa e participativa no processo de ensino e aprendizagem, tornando-os sujeitos de sua própria aprendizagem. Para isso, acreditamos que é preciso um ensino de Ciências contextualizado com foco na educação ambiental. Isso motivaria os alunos a estudar o assunto Impactos Ambientais causados por Agrotóxicos. Para fazer isso, optamos pela metodologia ativa na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, na qual, segundo Lambros (2013), é uma abordagem educacional eficaz para a construção de conhecimento se comparada à abordagem tradicional centrada no professor.

Logo, a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas surge como guia no planejamento de ensino do docente durante suas práticas pedagógicas (Vasconcelos; Almeida, 2012). Ele atuará como facilitador, auxiliando com diálogo, questionamentos e outras estratégias de ensino. Na primeira etapa, o professor apresenta um cenário problemático que serve como ponto de partida para a aprendizagem. Na segunda etapa, os alunos formulam questões-problemas com base nesse cenário. Em grupos, os alunos

trabalham no problema, elaborando uma proposta de investigação e buscando soluções em diversas fontes. Por conseguinte, avaliam o processo e sistematizam todas as informações obtidas, construindo, dessa forma, produto final para apresentar à turma.

Nesse sentido, em uma região onde a aplicação de agrotóxicos impacta diretamente o meio ambiente e a saúde da população, existe a necessidade de sensibilizar os estudantes sobre os efeitos dessas substâncias na sua comunidade e nos ecossistemas locais. Dessa forma, surge a seguinte questão: Como a implementação de uma intervenção didática baseada na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, com foco nos impactos ambientais dos agrotóxicos na Amazônia Paraense, pode promover a Alfabetização Científica dos estudantes e desenvolver neles habilidades de pensamento crítico, análise ambiental e cidadania ativa no contexto rural de Moju (PA)?

O estudo propõe analisar os indicadores de Alfabetização Científica decorrentes das contribuições dessa intervenção didática e, simultaneamente, busca inovar práticas metodológicas. Ao fundamentar-se em uma abordagem mais contextualizada e interativa, a intervenção pretende atender às especificidades dos estudantes, criando um ambiente de aprendizado mais dinâmico e significativo.

Além disso, espera-se que este estudo colabore na construção de conhecimentos científicos, promovendo o desenvolvimento do pensamento crítico e a resolução de problemas aplicados ao cotidiano. Sob a perspectiva ambiental e social, o trabalho pretende despertar nos alunos uma consciência mais crítica sobre os impactos dos agrotóxicos na comunidade local. Com isso, a pesquisa visa contribuir para um ensino e uma aprendizagem que preparem os estudantes para enfrentar os desafios contemporâneos, incentivando uma postura ativa e consciente diante das questões ambientais.

Referencial teórico

A alfabetização científica no ensino de Ciências: eixos e indicadores

No ensino de Ciências, na concepção de Chassot (2003), o professor desenvolve um papel de instruir os estudantes a alcançarem além do entendimento de conceitos e procedimentos, desenvolverem mudanças para tornarem-se cidadãos críticos e transformadores de sua realidade em prol de uma Alfabetização Científica (AC) que, em sua concepção, refere-se à capacidade de uma pessoa ler e entender a natureza e o mundo em que vive para contribuir com algo melhor. Nesse contexto, Sasseron (2008)

afirma que alfabetizar cientificamente os estudantes significa dar condições para conseguirem tomar decisões conscientes sobre problemas presentes na sociedade relacionados aos conhecimentos científicos.

A autora enfatiza sobre a complexidade e a diversidade semântica envolvida no termo utilizado como “letramento científico”, “alfabetização científica” e “enculturação científica” para descrever o ensino de Ciências, que busca a formação cidadã dos indivíduos e o uso dos conhecimentos científicos em várias áreas de suas vidas. A autora destaca os eixos estruturantes da AC capazes de fornecerem bases suficientes e necessárias para a promoção dessa alfabetização. Por meio desses eixos, os estudantes desenvolvem habilidades essenciais, como a capacidade de resolver problemas científicos, interpretar dados e debater questões contemporâneas (Silva; Lorenzetti, 2020).

Nessa perspectiva, Sasseron e Carvalho (2008) consideram três pontos essenciais como pilares no planejamento e na análise de propostas de ensino voltadas para a AC, definidos como eixos estruturantes que permitem compreender um determinado assunto ou situação. Destacam-se:

O primeiro refere-se à **compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais** e a importância deles reside na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia-a-dia. O segundo eixo preocupa-se com a **compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática**, pois em nosso cotidiano, deparamo-nos com informações e novas circunstâncias que exigem reflexões e análises considerando o contexto antes de agir [...]. O terceiro eixo estruturante de AC compreende o **entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente** que perpassa pelo conhecimento de que quase todo fato da vida de alguém têm sido influenciados, de alguma maneira, pelas ciências e tecnologias [...]. (Sasseron; Carvalho, 2008, p. 335. Grifos nossos).

As autoras também propõem em seu estudo os Indicadores da AC, cuja função é destacar algumas habilidades a serem trabalhadas nas aulas de Ciências para o desenvolvimento da AC entre os alunos. Nesse contexto, o planejamento das aulas de Ciências pode incluir atividades investigativas que promovam a resolução de problemas, a discussão de ideias e a divulgação da solução encontrada, para que os alunos possam utilizar habilidades semelhantes às dos pesquisadores. É nesse cenário motivador que os alunos do ensino fundamental devem aplicar os diferentes indicadores de AC nas atividades propostas.

Quanto aos indicadores de AC, as autoras destacam que eles servem para evidenciar quais competências devem ser trabalhadas quando se almeja a AC, e que esses indicadores revelam as

habilidades e estratégias utilizadas pelos alunos na resolução dos problemas apresentados. Elas salientam que “a presença de um indicador não exclui a manifestação de outro” (p. 339) e enfatizam que, durante as argumentações, ao tentarem explicar ou justificar uma ideia, os alunos podem se apoiar nos indicadores para fundamentar sua explanação.

De acordo com Sasseron e Carvalho (2008), esses indicadores estão organizados em três grupos: trabalho com os dados obtidos em uma investigação, estruturação do pensamento e busca por entendimento da situação analisada. Na categoria de trabalho com os dados obtidos em uma investigação, refere-se à habilidade de lidar com os dados coletados durante uma pesquisa científica, envolvendo aspectos como: seriação de informações, organização das informações e classificação de informações. A seriação de informações estabelece as bases para a investigação, sem exigir uma ordem específica para as informações, que podem ser apresentadas em forma de lista ou relação dos dados que serão abordados.

A organização das informações envolve a capacidade de coletar, organizar e estruturar os dados de forma coerente durante uma investigação científica, isso significa que é necessário colocar os dados em uma sequência lógica e agrupá-los com critérios estabelecidos para apresentar as informações de maneira sistemática visando facilitar a compreensão. Em relação à classificação de informações, as autoras destacam que “ocorre quando se procura estabelecer uma hierarquia nas informações obtidas. Constitui-se em uma ordenação dos elementos trabalhados na busca de uma relação entre eles” (p. 338), ou seja, faz-se necessário agrupar os dados de acordo com critérios estabelecidos.

Na categoria de trabalho com os dados obtidos em uma estruturação do pensamento envolve a construção de um raciocínio lógico e estruturado para entender e resolver problemas. Segundo Sasseron e Carvalho (2008), apresentamos outro grupo de indicadores que se refere ao raciocínio lógico e ao raciocínio proporcional, ambos relacionados à estrutura do pensamento que orienta as afirmações feitas durante as aulas. Esses indicadores demonstram as formas de organizar o pensamento necessárias para construir uma ideia lógica e objetiva sobre as relações que regulam o comportamento dos fenômenos naturais. Incluem também a maneira como as ideias são desenvolvidas e apresentadas, enquanto o raciocínio proporcional aborda a forma como as variáveis se relacionam entre si, ilustrando a interdependência entre elas.

Por sua vez, na categoria de trabalho com os dados obtidos em uma estruturação do pensamento, seus indicadores tendem a surgir nas etapas finais das discussões e se caracterizam pelo trabalho com as

variáveis envolvidas no fenômeno e pela busca de relações que descrevem o contexto. Isso inclui o levantamento de hipóteses, o teste de hipóteses, a justificativa, a previsão e a explicação.

O levantamento de hipóteses ocorre quando suposições são feitas sobre um determinado tema, podendo surgir tanto como afirmação quanto como pergunta. O teste de hipóteses envolve a verificação das suposições anteriormente feitas. “Isso pode ocorrer tanto na manipulação direta de objetos quanto no âmbito das ideias, quando o teste é realizado por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores” (p. 339). A justificativa surge quando se oferece uma base para uma afirmação, tornando-a mais segura. O indicador da previsão ocorre quando uma ação e/ou fenômeno subsequente é associado a certos acontecimentos. No contexto da explicação, ela surge ao relacionar as informações e hipóteses levantadas, geralmente incluindo uma justificativa para o problema.

A categoria de trabalho com os dados obtidos em uma busca por entendimento da situação analisada foca em interpretar profundamente os dados obtidos, visando uma compreensão completa da situação investigada. A partir disso, os alunos elaboram suas questões-problema em grupo e são incentivados a propor soluções para esses problemas. Segundo Aguiar e Terán (2020), trabalhar a partir do questionamento é um fator relevante para a promoção da AC.

A partir dessa discussão, percebe-se que a AC no ensino de Ciências não deve se limitar à compreensão de como a natureza e os fenômenos funcionam; é necessário também conferir significado e relevância aos conceitos científicos abordados na escola. Portanto, quando o ensino de Ciências contribui para a compreensão de conhecimentos que permitem aos estudantes tomarem decisões informadas, compreendendo tanto as utilidades da ciência e suas implicações na melhoria da qualidade de vida quanto suas limitações e consequências negativas, ocorre a AC (Chassot, 2003).

A metodologia da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (que será abordada no próximo tópico) pode ser uma aliada na promoção da AC, uma vez que, ao buscar soluções para problemas reais, ela possibilita uma interação crítica e reflexiva com o mundo. Sasseron e Carvalho (2008) propõem que a resolução de problemas por meio da investigação científica pode proporcionar a aprendizagem de conceitos científicos, bem como o desenvolvimento de habilidades científicas.

Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino de Ciências

Como estratégia de trazer os estudantes para o centro do processo de ensino e aprendizagem, relacionado aos problemas reais presentes no seu cotidiano, utilizamos a metodologia ativa. Esse tipo de metodologia, na visão de Sondermann *et al.* (2017), motiva o aluno a ser mais atuante, a desenvolver o senso crítico, habilidades, competências e autonomia de construir conhecimentos e cultivar a curiosidade científica, além de aprender por conta própria mediante a problemas e situações reais do cotidiano.

Diante disso, como afirma Vasconcelos e Almeida (2012), trabalhar um problema por intermédio dessa metodologia facilita a aprendizagem de novos conhecimentos e desenvolve um olhar científico, entre outras vocações. Logo, optamos pela Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) em consonância com Vasconcelos e Almeida (2012). Essa abordagem inicia com a apresentação de problemas reais, que podem ser introduzidos pelo professor, ou também decorrente dos interesses dos alunos. A partir dessas discussões e conclusões resultantes do problema, os conceitos passam a ser construídos, acarretando na aprendizagem, e incentivando os alunos a buscarem soluções de forma autônoma.

A utilização dessa nomenclatura neste trabalho deu-se em decorrência do referencial teórico de Portugal, um país com destaque na aplicação dessa metodologia no Ensino Básico. A ABRP coloca o aluno no centro, partindo de problemas reais do cotidiano, cuja resolução tem relevância pessoal, social ou ambiental (Vasconcelos; Almeida, 2012). Dessa forma, dentro do contexto desta pesquisa, optamos por abordar os impactos ambientais causados pelos agrotóxicos, devido ao fato do município de Moju (PA) ser um dos maiores produtores agrícolas de dendê, o que resultou em grandes impactos sociais e ambientais. As monoculturas de dendê, devido à sua fixidez, exaurem os solos, modificando sensivelmente sua estrutura físico-química e biológica. Isso requer o uso intensivo de produtos químicos, como fertilizantes, herbicidas, raticidas e inseticidas para controlar as pragas que afetam os plantios especializados devido à supressão da biodiversidade local (Nahum; Santos, 2013).

Agrotóxicos e Impactos Ambientais

Lopes e Albuquerque (2018) afirmam que o Brasil é um dos grandes usuários de agrotóxicos na agricultura, tendo como principal objetivo eliminar as pragas prejudiciais às lavouras. Diante disso, os

resíduos desses pesticidas contaminam, também, rios, lagos e aquíferos por meio da drenagem de águas que, geralmente, são utilizadas para irrigação e consumo humano, acarretando problemas de saúde. Vale acrescentar que a biodiversidade também é afetada por essas substâncias, o que prejudica a diversidade biológica, pois pode destruir os *habitat* e espécies nativas. A junção de todos esses efeitos afeta a saúde humana em decorrência dos resquícios dessas substâncias serem absorvidas pela pele, inalados ou ingeridos, resultando em doenças graves (Lopes; Albuquerque, 2018).

Nesse viés, do ponto de vista de Lopes e Albuquerque (2018), é preciso utilizar formas de minimizar os impactos que essas substâncias geram. Segundo ele, uma das maneiras que poderia ser adotada seria a implementação de práticas agrícolas de forma sustentável, como a utilização de substâncias orgânicas que se adequem ao solo sem o prejudicar. Outro modo seria trabalhar a sensibilização dos agricultores relacionada ao cumprimento das leis, instruindo-os a não ultrapassarem as regras permitidas na utilização desses produtos químicos.

Nessa mesma perspectiva, Belchior *et al.* (2014), destacam que o uso desenfreado desses pesticidas no país vem afetando diretamente todas as formas de vida, contaminando desde os alimentos, os solos e até lençóis freáticos. As águas superficiais também são afetadas pela poluição devido à utilização inadequada de agrotóxicos, já que estes são arrastados pela chuva para rios, lagos e mares, prejudicando vários ecossistemas, afetando a saúde da biodiversidade (Soares, 2010). Portanto, como observado, o uso de agrotóxicos tem um grande impacto no meio ambiente e na saúde humana, tornando-se, desse modo, essencial que medidas sejam tomadas para reduzir o uso desses pesticidas e promover práticas agrícolas mais sustentáveis.

Metodologia

Universo da pesquisa

A pesquisa foi realizada na Escola Municipal de Ensino Fundamental Nossa Senhora da Conceição – Rio Ubá, localizada na zona rural do município de Moju (PA), lócus de atuação do professor/pesquisador,

fruto do desenvolvimento da dissertação de Mestrado⁵ do primeiro autor. Pertence à mesorregião do nordeste paraense, precisamente na microrregião de Tomé – Açu, na Amazônia Oriental, fazendo limites com os municípios de Abaetetuba, Barcarena, Acará, Tailândia, Breu Branco, Baião, Mocajuba e Igarapé-Miri. Os participantes foram 29 alunos, matriculados em uma turma do 7º ano do ensino fundamental – anos finais da escola supracitada. Entretanto, somente 15 alunos participaram da intervenção na sua totalidade até o final, fato justificado pelas faltas que ocorreram em algumas etapas da metodologia e pela circunstância de algumas atividades terem culminado juntamente com o término do primeiro semestre. Para a seleção desses participantes foi utilizada a técnica de amostragem não probabilística por acessibilidade, conforme Gil (2019), em que o pesquisador seleciona os elementos a que tem acesso para representar o universo da pesquisa.

Caracterização da pesquisa

Essa pesquisa fundamenta-se na abordagem qualitativa, configurada como um estudo de caso. A pesquisa é qualitativa, segundo Ludke e André (2013), pois apresenta características básicas que a configura, a saber: ter um ambiente natural como sua fonte direta de dados; os dados coletados são predominantemente descritivos e a preocupação com o processo é maior do que o produto. Trata-se de um estudo de caso, pois, de acordo com Gil (2008), visa a proporcionar uma visão global do problema ou de identificar possíveis fatores que o influenciam ou são por ele influenciados. De acordo com Gil (2008), o estudo de caso consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.

Ressalta-se que os procedimentos técnicos estão alicerçados na pesquisa-ação, já que o percurso metodológico foi planejado e realizado em estreita associação a uma ação (intervenção didática) e com a resolução de um problema coletivo e/ou local, no qual os pesquisadores e os participantes estão envolvidos de modo cooperativo e participativo (Marconi; Lakatos, 2004; Gil, 2008). Inicialmente, o

⁵ OLIVEIRA, Deivison Ferreira. *Aprendizagem baseada na resolução de problemas: uma proposta para o ensino de ciências e promoção da alfabetização científica a partir da temática “impactos ambientais causados por agrotóxicos”* 2021. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia) – Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, Universidade do Estado do Pará, Belém, 2023. Disponível em: <https://paginas.uepa.br/ppgeeca/wp-content/uploads/2024/01/Dissertacao-Deivison-Versao-Final-pdf.pdf>.

problema foi formulado em conjunto entre pesquisadores e participantes, permitindo uma análise prática e contextualizada das atividades realizadas. Observações e recolha de dados foram realizadas para monitorar os efeitos da intervenção, refletindo em análises críticas e possíveis readequações no processo. Ao final, os resultados foram avaliados e compartilhados, destacando o impacto positivo e a relevância da metodologia participativa para a resolução de problemas. A pesquisa tem natureza aplicada, uma vez que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos (Gerhardt; Silveira, 2009).

Métodos de coleta e análise dos dados

Os dados foram coletados através da ficha de monitoramento da ABRP. Essa ficha permite registrar os fatos, as hipóteses levantadas, as questões formuladas e as soluções discutidas pelos grupos, consolidando a aprendizagem ao estimular os alunos a refletirem sobre o desenvolvimento do raciocínio científico e a revisitar suas ideias com a incorporação de novas informações. Além de estruturar o trabalho colaborativo, a ficha atua como um mecanismo de avaliação formativa, promovendo a reflexão dos alunos sobre seu processo de aprendizagem e construção de conhecimento científico (Vasconcelos; Almeida, 2012). Por outro lado, o diário de bordo foi utilizado para registrar as reflexões acerca da pesquisa e entender o contexto no qual desenvolveu-se. Para Coppete (2014), o diário de bordo, por sua natureza pessoal, representa um registro do pesquisador, envolvendo, inclusive, questões pessoais, como: conquistas, frustrações, impasses, dúvidas, inquietações e avanços.

Utilizou-se ainda, como técnica de coleta de dados, a observação direta, que buscou conseguir informações, utilizando os sentidos no processo de alcançar certos aspectos da realidade, à primeira vista, incompreensíveis. A observação desempenha papel importante porque obriga o investigador a estabelecer um contato direto com a realidade estudada (Marconi; Lakatos, 2004) e os registros das aprendizagens construídas a partir dos debates e das respostas às fichas de monitoramento da ABRP.

A análise dos dados ocorreu no contexto da AC promovida pela metodologia ABRP. A ABRP coloca os alunos em situações nas quais precisam investigar, formular hipóteses, coletar dados e buscar soluções para problemas reais ou simulados, incentivando o pensamento crítico e uma compreensão profunda dos conceitos científicos. Utilizamos a ficha de monitoramento da ABRP, conforme proposta por Vasconcelos

e Almeida (2012), que desempenha um papel crucial nesse processo, orientando e documentando o progresso dos alunos durante as etapas de resolução dos problemas.

Devido ao grande número de questões-problema presentes na ficha de monitoramento da ABRP, para esta análise, selecionamos uma questão-problema de três grupos e sua respectiva resolução. A análise dos dados no contexto da AC foi realizada com base nos indicadores de promoção da AC, segundo Sasseron e Carvalho (2008).

Dessa forma, assegurou-se a integridade e o anonimato dos participantes, representados por números, para garantir o sigilo das informações. Ressalta-se que, para fazer as coletas de dados citadas anteriormente, os participantes menores de idade assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) também tendo o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado pelos responsáveis legais dos alunos e pelos professores avaliadores, reservando aos informantes o direito de desistência em qualquer momento da pesquisa.

Intervenção didática

Para a elaboração do planejamento da ABRP nas aulas de Ciências utilizamos a estrutura e os princípios apresentados por Vasconcelos e Almeida (2012). Os autores organizaram as principais características da metodologia para uma melhor compreensão da sua relevância, conforme o Quadro 1.

Quadro 1

As principais características da ABRP para uma melhor compreensão e relevância

Os princípios/etapas gerais da ABRP
1- Apresentar um problema relevante em um contexto real;
2- Enquadrá-lo usando um cenário real ou fictício que possa motivar os alunos;
3-Fornecer fontes de dados para ajudar na sua resolução;
4-Promover o trabalho colaborativo;
5-Ajudar os alunos a lidar com as fontes de dados propostas através de um processo tutorial;
6-Solicitar um produto final no qual a resposta ao problema seja incluída;
7-Avaliar todo o processo de aprendizagem, apresentando novas situações que impliquem o conhecimento adquirido.

Fonte: Adaptado de Vasconcelos e Almeida (2012).

Dentro dessa perspectiva, para o desenvolvimento das atividades, foram definidos os seguintes componentes: o título, a contextualização curricular, o tempo previsto, os pré-requisitos, os objetivos

específicos, as articulações disciplinares, os conceitos, as questões-problema, o produto final, as fontes para pesquisa, os passos do ciclo tutorial, a aplicação dos saberes e as propostas de avaliação.

Como uma das etapas da metodologia da ABRP é a elaboração e apresentação de um cenário problemático contextualizado (Quadro 2) e motivador do processo de investigação por parte dos sujeitos envolvidos, optamos, então, por abordar a temática dos impactos ambientais causados por agrotóxicos, com base no artigo dos autores Nahum e Santos (2013). Eles discutem os efeitos da chegada de grandes projetos agrícolas em comunidades tradicionais da Amazônia que resultam na intensa utilização de agrotóxicos. Essa prática causa danos significativos ao meio ambiente e à saúde humana. Logo, o objetivo dessa abordagem tem o intuito de mostrar a relevância de compreender a importância do ensino de ciências e da educação ambiental para contribuir na formação de cidadãos críticos e mais conscientes.

Quadro 2

Cenário problemático do planejamento da ABRP: Impactos ambientais causados por agrotóxicos

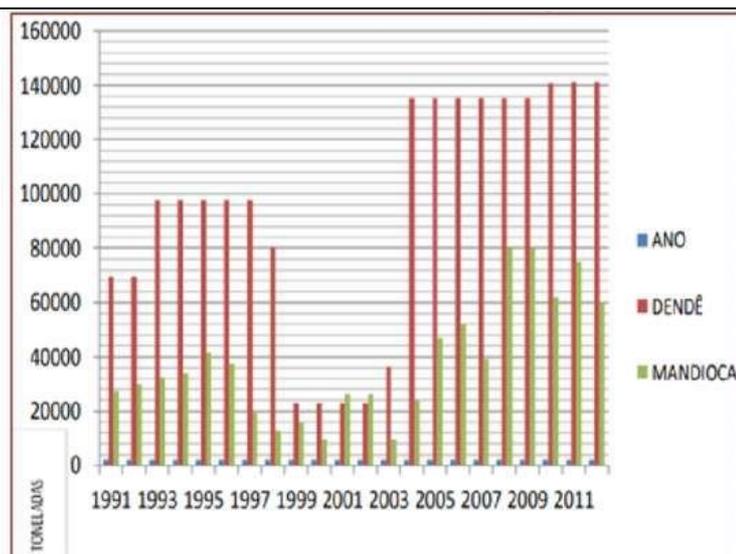
Cenário:

De acordo com Nahum; Santos (2013), o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel e o Programa Sustentável de Palma de Óleo do governo federal é responsável pela atual dinâmica territorial da cultura da palma de dendê na microrregião de Tomé-Açu, no nordeste paraense, do qual o município de Moju faz parte. Esses programas fomentam e normatizam a expansão das empresas já consolidadas na região como por exemplo: o Grupo Agropalma e a Marborges, bem como a chegada de novos empreendimentos do ramo. Estas empresas ao introduzirem seus plantios monocultores de dendê, imprimiram mudanças significativas nos municípios onde se instalaram. A primeira delas foi na paisagem. A comunidade do Arauaí, localizada em Moju é um bom exemplo desta mudança, posto que a paisagem era dominada pelos roçados de mandioca consorciado com outros cultivares, hoje, ela é marcada pelas extensas monoculturas de dendê.

A dinâmica social da comunidade do Arauaí e de algumas comunidades do território quilombola do Jambuaçu, ambas situadas em Moju, também mudou. Os trabalhadores rurais dessas localidades estavam habituados a um determinado ritmo de vida como: a policultura, a prática do mutirão, a produção de excedente voltada para o mercado interno, com a chegada das empresas e suas estratégias de expansão, os trabalhadores rurais desses lugares entraram numa outra temporalidade, ditada pelo tempo da monocultura, da produção das *agrocommodities* negociadas nas bolsas de valores, longe dos interesses e anseios dos pequenos agricultores.

Figura 1

Produção de mandioca e dendê em Moju no período de 1991 a 2011



Fonte: IBGE (2010).

A Figura 1 demonstra a relação entre a dinâmica da dendeicultura e produção da mandioca. O gráfico mostra claramente o aumento do cultivo do dendê em relação ao cultivo da mandioca. Diante desse aumento na monocultura do dendê, houve a modernização da agricultura paraense que provocou concomitantemente impactos no meio social e no ambiental. As monoculturas por sua fixidez exaurem os solos modificando sensivelmente sua estrutura físico-química e biológica. Havendo a necessidade do uso intensivo de produtos químicos como os fertilizantes, herbicidas, raticidas e inseticidas para o controle das pragas que assolam os plantios especializados por conta da supressão da biodiversidade local.

Os agrotóxicos acarretam sérios danos ao meio ambiente e à saúde humana. Moradores de comunidades rurais de diferentes municípios que receberam projetos desta natureza são acometidos por problemas de saúde, como nos informa o relatório mais recente da ONG REPÓRTER BRASIL (2013): no território quilombola do Jambuaçu, localizado no município de Moju, distante 20 km da sede municipal e a 82 km da capital paraense ouvimos reclamações de várias comunidades como, por exemplo, a de Santa Luzia do Traquateua e de Santa Maria do Traquateua, localidades situadas nas proximidades dos plantios da antiga empresa REASA. Também se queixam de problemas gerados provavelmente dos produtos químicos utilizados pela empresa.

Os dendezais localizam-se predominantemente nas proximidades ou são cortados por cursos d'água, igarapés, rios, lagos. Logo, os produtos químicos usados nos plantios acabam por ser carregados pelo processo de lixiviação que ocorre na região ou pelo processo de infiltração, para dentro desses corpos líquidos. O resultado de tudo é a configuração dos dendezais como áreas de risco ambiental em função da possível contaminação dos recursos hídricos, comprometendo a saúde das comunidades tradicionais do entorno que utilizam dessa água. Em 10 hectares de dendê, que é a metragem dos lotes dos agricultores familiares do Arauaí, dependendo do espaçamento podemos encontrar entre 1.430 a 1.600 palmeiras, o adubo químico utilizado é

basicamente Nitrogênio, Fósforo e Potássio – (NPK), aplicado em torno de 9,6 toneladas anuais, cada planta adulta recebe cerca de 6 kg/ano de adubo. Uma palmeira geralmente recebe por ano de três a quatro coroamentos, que é a limpeza ao seu redor para evitar o avanço de outras espécies vegetais. Para isso é utilizado o agrotóxico a base de herbicida (glifosato), também conhecido como mata-mato (REPORTER BRASIL, 2010).

No hectare plantado são aplicados 2 litros de herbicida, divididos em duas etapas num mesmo ano. A Secretaria de Agricultura do estado do Pará – Sagri, estima os dendezaís do estado em 166 mil hectares, projetando-se, desse modo, cerca de 332 mil litros/ano de herbicida na cultura, a depender de sua fase de desenvolvimento.

Com base na leitura do texto, como você poderia promover a conscientização sobre impactos ambientais e os danos causados à saúde humana pelo uso indiscriminado de agrotóxicos? Qual estratégia você adotaria para substituir o uso dos agrotóxicos e minimizar esses danos causados ao meio ambiente e à saúde humana?

Fonte: NAHUM, João Santos; SANTOS, Cleison Bastos dos. Impactos socioambientais da dendeicultura em comunidades tradicionais na Amazônia paraense. *Acta Geográfica* (UFRR), p. 63-80, 2013.

Por intermédio do cenário problemático descrito no Quadro 2, intitulado “Impactos Ambientais Causados por Agrotóxicos”, foram desenvolvidas atividades com os estudantes durante oito encontros, descritas no Quadro 3 a seguir.

Quadro 3
Atividades desenvolvidas no cenário

Etapas	Objetivos	Atividades desenvolvidas	Estratégia de coleta de dados
1º Encontro 1 aula	-Obter os termos de autorização assinados pelos pais e responsáveis. -Analisar os conhecimentos prévios dos alunos.	- Entrega dos termos TCLE e TALE. - Aplicação do questionário inicial. - Apresentação do projeto/metodologia ABRP.	Os alunos entregaram os termos de autorização assinados (TCLE e TALE). Posteriormente, responderam ao questionário inicial com questões relativas a explorar seus conhecimentos prévios sobre a temática. Em seguida, as etapas da intervenção didática e o cronograma das atividades foram apresentados a eles.

<p>2º Encontro 1 aula</p>	<p>-Garantir que os alunos entendam o contexto e o funcionamento da abordagem de ensino em questão. -Promover a colaboração entre alunos para a troca de ideias e resolução conjunta de problemas.</p>	<p>- Apresentação da proposta de intervenção e do cronograma de atividades; - Formação dos grupos pelos próprios alunos.</p>	<p>Realizou-se uma aula expositiva/dialogada sobre a origem e o histórico da metodologia ABRP, assim como todas as etapas que fazem parte dessa metodologia e que seriam utilizadas durante sua aplicação. Após isso, houve a formação dos grupos e, posteriormente, a apresentação do cronograma das atividades.</p>
<p>3º Encontro 2 aulas</p>	<p>-Informar os estudantes sobre o que são agrotóxicos e discutir os danos causados por eles. - Promover o debate e estimular a compreensão coletiva sobre a temática. -Incentivar a reflexão e aprofundamento do conhecimento. -Promover a busca ativa de informações e trocas de conhecimento.</p>	<p>- Leitura do cenário problemático/debate e discussão sobre os resultados do questionário inicial e a contextualização da temática com exibição de vídeos (https://www.youtube.com/watch?v=Rqq2IM25Fp8) e imagens (charge). (https://paginas.uepa.br/ppgeeca/wp-content/uploads/2024/01/Dissertacao-Deivison-Versao-Final-pdf.pdf (páginas 62 e 63). - Esclarecimento de expressões e termos desconhecidos e orientações e início do preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP. (https://paginas.uepa.br/ppgeeca/wp-content/uploads/2024/01/Dissertacao-Deivison-Versao-Final-pdf.pdf (página 102). - Levantamento das informações apresentadas no cenário (lista de fatos) e elaboração das</p>	<p>Aplicou-se a intervenção do cenário intitulado Impactos Ambientais causados por Agrotóxicos, por meio de uma leitura compartilhada e debatida. Além disso, foi exibido um vídeo sobre os impactos dos agrotóxicos no meio ambiente e na saúde humana, e distribuídas para cada grupo duas charges. Seguiu-se uma roda de conversa estimulada pelos seguintes questionamentos: O que são agrotóxicos? Vocês já ouviram falar sobre os agrotóxicos? Vocês já conheciam os danos que eles causam ao meio ambiente e à saúde humana? O que cada uma dessas imagens representa para você? Em grupos, os alunos foram orientados a discutir entre si e depois relatarem o entendimento do grupo sobre o vídeo e cada uma das imagens, expondo sua opinião para toda a turma. Com os grupos já formados, iniciou-se o preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP, sob orientação de listar fatos ou evidências a partir das informações apresentadas no cenário. Em seguida, foi solicitada a elaboração de questões-problema pelos grupos.</p>

		questões problema pelos grupos.	
4º Encontro 1 aula	- Desenvolvimento da habilidade de leitura e compreensão de texto. - Promover a reflexão e a capacidade de interpretação textual.	-Discussões e debate sobre os resultados da pesquisa; -Apresentação das questões problema à turma.	Inicialmente, os alunos fizeram a leitura dos fatos levantados a partir do cenário e expuseram as questões-problema formuladas pelo grupo à turma. Em seguida, foi feito um debate sobre os resultados da pesquisa realizada individualmente acerca do tema apresentado.
5º Encontro 1 aula	-Informar sobre a retomada de trabalho em grupo. -Instruir os estudantes sobre como definir a proposta de resolução, além de planejar a ação investigativa.	-Retorno ao preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP. - Síntese das propostas de solução às questões-problema. - Início das orientações para construção do produto final.	O trabalho em grupo foi retomado e os alunos voltaram a preencher a ficha de monitoramento da ABRP. Nesse momento, foi solicitado aos participantes que fossem definidas as propostas de resolução das questões-problema e o plano de trabalho para construção do produto final. Os grupos planejaram a ação investigativa, determinaram as funções de cada integrante da equipe e listaram o material necessário para alcançar os resultados.
6º Encontro 2 aulas	- Promover o diálogo sobre os Impactos Ambientais causados por agrotóxicos de forma contextualizada. - Realizar a produção de um produto final.	-Apresentação das propostas de solução para as questões problemas elaborados pelos grupos; - Confecção do produto final.	Os grupos apresentaram as propostas de resolução para as questões-problema à turma. Em seguida, deu-se início a construção do produto final. Os alunos tiveram mais de duas semanas para finalizá-los. Para essa produção foram utilizados diversos materiais, como: cartolinas, canetas coloridas, figuras, entre outros.
7º Encontro 1 aula	- Informar, por meio de um produto final, os danos associados ao uso indiscriminado dos agrotóxicos.	- Apresentação do produto final.	A apresentação do produto final, resultado do trabalho de investigação realizado a partir do cenário Impactos Ambientais causados por Agrotóxicos.
8º Encontro 1 aula	-Explorar as contribuições para o processo de ensino e aprendizagem. - Verificar sobre os conhecimentos construídos sobre o conteúdo por meio da ABRP.	-Avaliação da metodologia ABRP pelos alunos. -Preenchimento do questionário final.	Houve a avaliação da metodologia ABRP pelos alunos, por intermédio de um questionário que incluía perguntas sobre as dificuldades encontradas ao longo das etapas, as possíveis contribuições para processo de ensino e aprendizagem, o desenvolvimento de competências, bem como os procedimentos utilizados. Ocorreu, também, a aplicação do questionário final para verificar sobre os

			conhecimentos construídos.
--	--	--	----------------------------

Fonte: Autores (2024).

Os alunos, já organizados em grupos, iniciaram o preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP, definindo os fatos fornecidos pelo cenário, listaram as questões-problema levantadas pelo grupo para as quais devem buscar as respostas, além de propor formas de investigar essas questões. Isso incluiu o início da formulação de hipóteses que pudessem orientá-los e auxiliá-los na busca.

No prosseguimento do trabalho, os estudantes realizaram pesquisas individuais ou coletivas com o intuito de concluir o preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP, relacionando as possíveis soluções encontradas, e compartilhando-as com outros grupos. Além disso, a ABRP incluiu o planejamento, execução e apresentação do produto final (cartaz informativo) que foi usado tanto no processo de avaliação quanto como forma de compartilhar com os demais alunos os conhecimentos adquiridos ao longo do processo.

Resultados e discussão

Os resultados da pesquisa são organizados em três quadros distintos, correspondendo às questões-problema elaboradas e respondidas por três grupos de alunos que participaram da investigação. Cada grupo foi responsável por explorar um aspecto relacionado ao uso de agrotóxicos e suas possíveis alternativas, possibilitando uma análise detalhada dos indicadores de AC evidenciados em suas respostas. A estruturação desses quadros visou facilitar a identificação e o entendimento dos indicadores de AC, tais como organização das informações, justificativa, explicação, levantamento de hipóteses, teste de hipóteses, previsão, entre outros. Esses indicadores foram revelados nas respostas dos alunos, destacando o envolvimento dos estudantes no processo de construção de conhecimento científico sobre as problemáticas e impactos dos agrotóxicos e promovendo uma discussão aprofundada sobre práticas agrícolas sustentáveis.

No Quadro 4, referente à questão-problema do Grupo 1 sobre a mudança de postura das pessoas em relação ao uso de agrotóxicos, os alunos demonstram um entendimento sólido das questões

envolvidas. A questão-problema apresentada pelo grupo foi "O que devemos fazer para mudar a postura das pessoas em relação ao uso do agrotóxico?".

Quadro 4

Indicadores da AC identificados na resolução da questão-problema do grupo 1

Grupo	Questão-problema	Resolução	Indicadores de AC
1	O que devemos fazer para mudar a postura das pessoas em relação ao uso do agrotóxico?	Vimos no vídeo e nos materiais usados nas aulas que os agrotóxicos causam sérios danos ao meio ambiente e a nossa saúde, alguns até proibidos, mas, mesmo assim, as pessoas não param de usar e isso torna o Brasil o maior consumidor de agrotóxicos. Então, pra mudar isso, as pessoas precisam ser conscientizadas, precisam conhecer sobre todos os riscos, porque, mesmo fazendo parte da realidade de muitas pessoas, elas não conhecem o estrago que eles causam no meio ambiente.	Organização das Informações; Raciocínio proporcional; Explicação; Previsão.

Fonte: Autores (2024).

No que se refere ao processo de AC, Lorenzetti e Delizoicov (2001) reforçam que a produção e/ou exibição de vídeos educativos contribuem consideravelmente para a promoção de alguns indicadores. Além disso, através dos vídeos educativos as crianças e os adolescentes têm a oportunidade de ampliar sua cultura e o seu universo de conhecimento, conseguindo obter informações que podem ser úteis para se explicar de determinados fenômenos e causas, além de enriquecer seus discursos e empoderamento sobre determinados temas e/ou situações-problema que lhes forem impostas.

Eles organizaram as informações de forma coesa e estruturada, fazendo uma retomada sobre o que aprenderam através do vídeo, discutindo os sérios danos causados pelos agrotóxicos ao meio ambiente e à saúde humana. Esse indicador de organização das informações é crucial na busca por soluções para o problema apresentado.

A discussão sobre a falta de mudança de comportamento em relação ao uso de agrotóxicos, apesar do conhecimento dos danos causados, demonstra a habilidade do grupo em aplicar o raciocínio proporcional. Essa análise está relacionada a estudos sobre Impactos na Saúde Humana e Impactos Ambientais dos agrotóxicos, evidenciando a desconexão entre o conhecimento existente e a ação das pessoas.

A ênfase dada à conscientização das pessoas sobre os riscos dos agrotóxicos está alinhada com os princípios da Agricultura Orgânica, enfatizando a importância da educação e da comunicação eficazes. A explicação clara e embasada em evidências do grupo ressalta a importância de comunicar informações complexas de maneira acessível para promover a conscientização.

A previsão de que a conscientização pode levar à mudança na postura das pessoas está alinhada com as abordagens de sensibilização da Agricultura Orgânica e da Agricultura Regenerativa. Essas abordagens destacam a importância da conscientização pública e da disseminação de informações precisas como um meio de fomentar a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis. A previsão do grupo demonstra uma visão otimista do poder da educação na promoção de mudanças positivas.

Relacionado à questão-problema do Grupo 2 sobre a substituição dos agrotóxicos, é possível identificar no Quadro 5, diversos indicadores de AC presentes nas respostas dos alunos.

Quadro 5

Indicadores da AC identificados na resolução da questão-problema do grupo 2

Grupo	Questão-problema	Resolução	Indicadores de AC
2	O que usar para substituir os agrotóxicos?	Diante de tudo que nós vimos e aprendemos nas aulas, o quanto os agrotóxicos nos fazem mal e na maioria das vezes nem sabemos disso, é urgente que as pessoas que usam essa substância química, que pra nós é um veneno, parem de usar e substitua por alternativas sustentáveis, aprendemos que existem várias opções, mas as pessoas preferem aquilo que aumenta mais rápido a produção, visando apenas o lucro.	Organização de informações; Justificativa; Explicação.

Fonte: Autores (2024)

Como visto, os alunos abordam essa questão de forma bastante estruturada, evidenciando os seguintes indicadores de AC: O indicador organização de informações emerge quando se busca organizar os dados existentes sobre o problema pesquisado (Sasseron; Machado, 2017). Podemos observar isso quando eles apresentam argumentos que sustentam a substituição dos agrotóxicos por alternativas sustentáveis, indicando que essa escolha está embasada em conhecimentos adquiridos durante as aulas.

As respostas dos alunos incluem justificativas sólidas para a substituição dos agrotóxicos. Eles destacam a urgência dessa substituição, apontando os danos causados pelos agrotóxicos à saúde humana e ao meio ambiente como razões fundamentais para essa mudança. Além de justificar a necessidade da

substituição, os alunos explicam sua perspectiva sobre porque as pessoas ainda preferem utilizar agrotóxicos.

Mencionam que a busca por um aumento rápido na produção e o foco no lucro são motivadores que levam as pessoas a fazer essa escolha. Esses indicadores revelam que os alunos compreendem a importância de considerar alternativas sustentáveis ao uso de agrotóxicos. Eles baseiam suas respostas nos conhecimentos adquiridos nas aulas e identificam obstáculos, como o desejo de aumentar a produção e obter lucro, que dificultam a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis. Dessa forma, demonstram um entendimento sólido das questões relacionadas aos agrotóxicos e à agricultura sustentável.

Em relação a isso, Castro *et al.* (2019) ressaltam que implementar alternativas sustentáveis, como o uso de biopesticidas e práticas agroecológicas, além de reduzir os impactos ambientais, promove a saúde do solo e a biodiversidade. Segundo esses autores, para que essas práticas sejam adotadas, é fundamental o suporte de políticas públicas que possam facilitar e incentivar a transição para uma agricultura mais sustentável. Assim, os alunos não só reconhecem a relevância dessas alternativas, como também entendem os desafios e a necessidade de apoio institucional para sua implementação eficaz.

Enquanto que no Quadro 6, referente à questão-problema do Grupo 3 sobre a redução do uso de agrotóxicos, os alunos demonstraram uma compreensão sólida das questões envolvidas. A questão-problema apresentada pelo grupo foi "Como podemos reduzir o uso dos agrotóxicos?".

Quadro 6

Indicadores da AC identificados na resolução da questão-problema do grupo 3

Grupo	Questão-problema	Resolução	Indicadores de AC
3	Como podemos reduzir o uso dos agrotóxicos?	Muitas pessoas acham que não é possível reduzir o uso dos agrotóxicos, mas no decorrer das aulas, das pesquisas, vimos que é possível sim, e uma das formas é usando os princípios da agroecologia e também o controle biológico, mas ficamos nos perguntando por que as pessoas não fazem uso dessas alternativas mais sustentáveis? A sociedade atual visa apenas o lucro, não importa se o uso de agrotóxicos vai agredir o meio ambiente ou fazer mal à saúde das pessoas, aqui onde moramos tem muitas pessoas que fazem a aplicação do produto sem nenhum equipamento de proteção e o contato direto faz muito mal à saúde, muitas não têm noção do perigo que estão tendo,	Organização de Informações; Levantamento de Hipóteses; Teste de Hipóteses; Justificativa; Previsão; Explicação.

		podemos ajudar também nessa redução levando os conhecimentos que aprendemos para essas pessoas que não conhecem.	
--	--	--	--

Fonte: Autores (2024).

Em suas respostas, eles organizam as informações de forma clara e lógica. Discutem várias maneiras de reduzir o uso de agrotóxicos, incluindo a adoção dos princípios da agroecologia e o controle biológico. Essa organização das informações é fundamental para a compreensão e implementação de estratégias eficazes de redução do uso de agrotóxicos. Segundo Sasseron e Machado (2017), esse indicador pode ser vislumbrado quando se percebe que o sujeito organiza informações para entender o ocorrido.

O levantamento de hipóteses (sobre por que as pessoas muitas vezes não optam por alternativas mais sustentáveis em vez de agrotóxicos), conforme Silva e Lorenzetti (2020), é um indicador que adquire um importante caráter pedagógico na construção do conhecimento científico, pois permite aos estudantes reformular questionamentos e explorar suposições iniciais para depois tomar uma decisão. Eles questionaram a ênfase na busca pelo lucro na sociedade atual como um possível motivo para essa escolha. Essa abordagem demonstra a capacidade de explorar possibilidades e desafios, essenciais na pesquisa científica.

O grupo ao levantar as hipóteses de que a ênfase na busca pelo lucro pode motivar o uso de agrotóxicos, realiza por iniciativa própria teste de suas hipóteses em um sentido exploratório e reflexivo. Este teste não é quantitativo, mas qualitativo e crítico, permitindo avaliar a veracidade das hipóteses a partir das observações concretas, como a falta de conscientização sobre os perigos dos agrotóxicos e o uso sem proteção. Ainda na concepção de Silva e Lorenzetti (2020), essa metodologia desenvolvida expõe os alunos à importância de explicação em respeito ao impacto negativo dos agrotóxicos, embasando suas explicações na observação prática e na argumentação, que são essenciais na resolução de problemas complexos. Essa análise crítica constitui um aspecto essencial da AC.

Além disso, eles fazem previsões sobre como podem contribuir para a redução do uso de agrotóxicos, envolvendo a disseminação do conhecimento. Essas previsões indicam uma abordagem proativa para promover mudanças positivas nas práticas agrícolas. Por fim, explicam suas perspectivas sobre por que as pessoas, muitas vezes, não adotam alternativas sustentáveis, relacionando essa escolha

à busca pelo lucro e à falta de conscientização. Essa análise crítica das razões subjacentes à falta de adoção de práticas sustentáveis destaca a importância de considerar os fatores econômicos e sociais que influenciam as decisões das pessoas e da sociedade em geral.

Percebe-se o que indicador explicação foi constatado nas resoluções dos três grupos, pois ele corresponde “à busca por conexões e relações entre variáveis que emergem, a fim de descrever e explicar um fenômeno e suas consequências, atribuindo-lhe causas e efeitos” (Silva; Lorenzetti, 2020, p.13). Nesta pesquisa, o indicador materializou-se pelo exercício reflexivo e explicativo sobre as questões relacionadas à mudança de postura frente a questões dos agrotóxicos. Além disso, essa atividade veio ao encontro dos pressupostos da AC propostos por Chassot (2016, p. 232), a partir dos quais é possível inferir que os participantes construíram conhecimento a partir de suas propostas de resolução de problemas relacionados ao seu cotidiano.

Considerações finais

Os resultados da pesquisa sugerem que a contextualização do ensino de ciências, por meio da utilização da metodologia ABRP, pode ter contribuído aos alunos uma aprendizagem mais ativa e eficaz entre eles, além de representar uma importante ideia educativa promissora. Percebeu-se, então, que a metodologia parece promover a integração da AC de forma mais significativa, contribuindo, também, com as práticas pedagógicas docentes, em especial na região amazônica.

Conscientes de que não é tarefa fácil aderir a estratégias de ensino inovadoras que promovam a participação ativa dos alunos na construção de seu próprio conhecimento, buscamos proporcionar um ensino motivador e interdisciplinar para nossos estudantes, pois ele fomenta a autorreflexão e a sensibilização necessárias para encontrarem maneiras de contribuir e solucionar possíveis desafios. Além disso, os estudantes podem acompanhar seu progresso à medida que resolvem problemas. Esse objetivo resulta do comprometimento dos professores com suas práticas, que buscam constantemente novas e diversificadas estratégias de ensino para tornar a construção do conhecimento mais significativa e contextualizada, em consonância com a realidade e as experiências dos alunos.

Nesse contexto, a pesquisa concentrou-se em investigar as possíveis contribuições da ABRP no ensino de Ciências para a promoção da AC dos alunos. Durante o estudo, surgiram diversos entraves,

sendo a principal dificuldade encontrada no preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP pelos alunos, possivelmente devido à falta de hábito de serem autônomos e ativos na construção do próprio conhecimento. Em geral, os alunos estão mais acostumados a apenas responder às perguntas feitas pelo professor durante as aulas. Além disso, observamos, inicialmente, pouco envolvimento dos alunos, o que pode ser justificado pela pouca familiaridade com a metodologia ABRP. No entanto, ao longo da intervenção, eles passaram a participar de forma mais ativa.

A partir da aplicação da proposta de intervenção, observamos que o uso da metodologia ABRP pode ter contribuído para que os alunos desenvolvessem uma aprendizagem ativa, participativa e colaborativa, com características inovadoras. Essa abordagem parece ter incentivado a criatividade e o compartilhamento de aprendizagens, mostrando-se promissora para o ensino da temática Impactos ambientais causados por agrotóxicos, além de favorecer a formação do pensamento e atitudes críticas. Ainda assim, recomenda-se que estudos futuros explorem mais profundamente a eficácia dessa metodologia no desenvolvimento dessas habilidades.

A contextualização da abordagem, com uma temática que faz parte da vida dos alunos, participantes da pesquisa, permitiu que eles relacionassem os conhecimentos adquiridos com sua vida cotidiana, percebendo sua utilidade. Esse fator talvez tenha sido determinante para despertar o interesse e promover a aprendizagem de novos conceitos contextualizados, capacitando-os a disseminar informações sobre agrotóxicos e a debater criticamente seus prós e contras. O registro escrito dos alunos possibilitou a identificação dos indicadores de AC propostos por Sasseron e Carvalho (2008). A partir das respostas das fichas de monitoramento analisadas após a intervenção didática, a ABRP, ao abordar questões socioambientais, demonstrou ser uma estratégia importante para alcançar os indicadores de AC.

Referências

AGUIAR, Lívia Amanda Andrade de; FACHÍN-TERÁN, Augusto. **Sequência didática no processo de alfabetizar cientificamente crianças do 1º ano do ensino fundamental**. In: MICHELL, V. B. C.; PEDRUZZI, M. A.; SANTOS, C. R (org.) **Sequências didáticas para o ensino de ciências e biologia**. 1ª ed. Curitiba: CRV, 2020. Disponível em: <https://www.espacosnaoformais.com.br/products/alfabetiza%C3%A7%C3%A3o%20cientifica/>. Acesso em 20 jul. 2024.

BELCHIOR, Diana Cléssia Vieira; SARAIVA, Althiéris de Souza; LOPEZ, Ana Maria Córdova; SCHEIDT, Gessiel Newton. Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. **Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília**. v. 34, n. 1, p. 135-151, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164063/1/Impactos-de-agrotoxicos-sobre-o-meio-ambiente.pdf> Acesso em: 09 jun. 2024.

BIANCHINI, Débora Cristina; FANK, Jiulia Caroline; SEBEN, Débora; RODRIGUES, Patrícia; RODRIGUES, Alexandre Couto. Sustentabilidade e educação ambiental na escola Estadual de Ensino Fundamental Waldemar Sampaio Barros. **Revista Monografias Ambientais**. v. 14, p. 188–194, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/18753/pdf> . Acesso em 01 jun. 2024.

BIZZO, Nélio; JORDÃO, Marcelo. **Ciências BJ: Manual do Professor**. v.2, 7 ano, 2 ed. São Paulo, 2009.

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

CACHAPUZ, Antônio; GIL-PÉREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CASTRO, Jefferson Pereira da Silva; BENEDICTO, Samuel Carvalho De; SUGAHARA, Cibele Roberta; SILVA FILHO, Cândido Ferreira da. Alternativas sustentáveis ao uso intensivo de agrotóxicos na agricultura brasileira. **Revista Grifos**. N. 47- 2019. Disponível em: <https://pegasus.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/grifos/article/view/4636> Acesso em: 28 out. 2024.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 7. ed. Ijuí, RJ: Unijuí, 2016.

CHASSOT, Attico. Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro**. n. 22, p.89-100, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/gZX6NW4YCy6fCWFQdWJ3KJh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 04 jun. 2024.

COPPETE, Maria Conceição. **Diários de bordo e ensaios pedagógicos: possibilidades para pensar a formação de professores na modalidade de educação a distância**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL HISTÓRIA DO TEMPO PRESENTE, 2, 2014, Florianópolis: UFSC, 2014. Disponível em: <https://eventos.udesc.br/ocs/index.php/STPII/tempopresente/paper/viewFile/140/85> . Acesso em 30 jun. 2024.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7ª ed. Editora Atlas. 248p. 2019.

LAMBROS, Ann. Problem-Based Learning: from theory to practice. In: **Encontro sobre Educação em Ciências através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas**. CIEd – UMinho, 2013. Atas Braga, p. 2 - 11, 2013. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/25872/1/Atas%20Encontro%20Ed.%20Ci%C3%AAncias%20atrav%C3%A9s%20ABRP.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2024.

LOPES, Carla Vanessa Alves.; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: **uma revisão sistemática**. **Saúde e Debate** -Rio de Janeiro, v .42, n. 117, p. 518-534, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/bGBYRZvVVKMrV4yzqfwwKtP/?format=pdf&lang=pt> Acesso em 26 de jun. 2024.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**. v. 3, p. 45-61, 2001. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/10055>. Acesso em: 27 jul. 2024.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. Rio de Janeiro: E.P.U, 2013.

MARCONI, Maria de Andrade.; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2004.

MENEZES, Jacinta de Fatima Freitas; DUTRA, José Arthur de Souza Santos; GUIMARÃES, Heloisa Alves. Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos: análise dos impactos causados na saúde humana e ambiental. **Perspectivas Online: Biológicas & Saúde**, v.11, n.37, p.19-35, 2021. <https://doi.org/10.25242/8868113720212259> .

NAHUM, João Santos; SANTOS, Cleison Bastos dos. Impactos socioambientais da dendê cultura em comunidades tradicionais na Amazônia paraense. **ACTA Geográfica, Boa Vista, Ed. Esp. Geografia Agrária, 2013**. p.63-80. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/actageo/article/download/1953/1252> . Acesso em: 04 de mai. 2024.

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula (2008)**. 265 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002263232>. Acesso em 19 jun. 2024.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 13, n. 3, p.333-352, 2008. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/445/263>. Acesso em 19 jul. 2024.

SASSERON, Lúcia Helena; MACHADO, Vitor Fabrício. **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física**. 1ª Edição. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

SILVA, Virginia Roters da; LORENZETTI, Leonir. A alfabetização científica nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática. **Educação e Pesquisa**, v. 46, p. 1-21, 2020. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202046222995> .

SOARES, Wagner Lopes. **Uso dos agrotóxicos e seus impactos à saúde e ao meio ambiente: uma avaliação integrada entre a economia, a saúde pública, a ecologia e a agricultura**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Fundação Oswaldo Cruz- Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (ENSP), 2010. Disponível em: https://bvssp.icict.fiocruz.br/pdf/25520_tese_wagner_25_03.pdf . Acesso em: 31 de jul. 2024.

SONDERMANN, Danielli Carneiro; NASCIMENTO, Gabriel Silva; BALDO, Yvina Pavan; CASSARO, Juliana Cristina da Silva; FRIZZERA, Ana Carolina Sampaio; RESSTEL, Renata. O design educacional e a construção de mídias: uma proposta de aprendizagem por meio das metodologias ativas. **Nuevas Ideas en Informática Educativa**, Santiago de Chile, v. 13, p. 211-218, 2017. Disponível em: <https://www.tise.cl/volumen13/TISE2017/23.pdf>. Acesso em 19 jul. 2024.

VASCONCELOS, Clara; ALMEIDA, António. **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino de Ciências: Propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia**. Porto: Porto Editora, 2012.

Revisão textual e de normas da ABNT realizada por: Taleessa Regina Silva Cavalcante.