



EDUCAÇÃO AMBIENTAL E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS EM AULAS DE QUÍMICA

*ENVIRONMENTAL EDUCATION IN CHEMISTRY CLASSES THROUGH PROJECT-
BASED LEARNING (PBL)*

Ercila Pinto Monteiro

Doutora em Educação para a Ciência. Universidade Federal do Amazonas. Campus Manaus
monteiro@ufam.edu.br

Natasha Marinho de Oliveira

Licenciada em Química. Universidade Federal do Amazonas. Campus Manaus
natashamarinho56@gmail.com

Resumo

A aplicação de metodologias ativas na apropriação de conceitos científicos e ambientais em aulas de química é endossada nesta pesquisa com o objetivo de avaliar a eficácia de uma sequência didática – com o tema reciclagem de óleo de cozinha – na apropriação de conceitos ambientais, cujas atividades foram baseadas na Aprendizagem Baseada em Projetos. A pesquisa seguiu o ciclo da pesquisa-ação: planejar, agir, descrever e avaliar, e os dados qualitativos foram coletados de pequenas produções e “conversas” em sala de aula e um questionário de avaliação durante as atividades. O público foi composto por 24 alunos do 3.º ano do Ensino Médio, turno da manhã, de uma escola pública da região Norte. Os resultados mostraram que os alunos adquiriram argumentos científico-ambientais no decorrer das aulas, os quais foram identificados durante suas pesquisas sobre o tema e na prática da fabricação de sabão, a partir do óleo usado. Eles desenvolveram as habilidades e competências ambientais necessárias para se tornarem cidadãos conscientes, incluindo: conhecimento, emoção, valores, pensamento crítico e noções de ação política.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Projetos. Ensino de Química. Conceito científico-ambiental. Educação Ambiental. Metodologias ativas.

Abstract

The application of active methodologies in the appropriation of scientific and environmental concepts in chemistry classes is endorsed in this research, with the aim of evaluating the effectiveness of a didactic sequence – with the theme of recycling cooking oil – in the appropriation of environmental concepts, whose activities were based on Project-Based Learning. The research followed the cycle of action research: plan, act, describe and evaluate, and the qualitative data was collected from small productions and ‘talks’ in the classroom and from an evaluation questionnaire during the activities. The audience was made up of 24 students from the third year of secondary school, from the morning shift of a public school in the Northern region. The results showed that the students acquired scientific-environmental arguments during the course of the lessons, which were identified during their research on the subject and in the practice of making soap from used oil. They developed the environmental skills and competences needed to become conscious citizens, including: knowledge, emotion, values, critical thinking and notions of political action.

Keywords: Project-based learning. Teaching chemistry. Scientific-environmental concept. Environment Education. Active methodologies.

1 INTRODUÇÃO

Em sala de aula, as abordagens de conteúdos ainda permanecem fundamentadas na repetição e na memorização dos conhecimentos, mesmo que trabalhos de pesquisa na área de ensino apontem necessidades de mudança (Leite; Lima, 2015; Nascimento *et al.*, 2022).

Quando se trata da disciplina de Química, uma das temáticas bastante comuns para se trabalhar os conceitos de química ambiental é a reciclagem do óleo de cozinha. O óleo de cozinha, quando descartado de forma inadequada, chega aos cursos d'água, causando descontrole do oxigênio, morte de peixes, algas e outras espécies (Alberici; Pontes, 2004).

Na escola, a possibilidade de ensinar os estudantes a economizarem e a reutilizar os recursos naturais pressupõe desenvolver neles bons hábitos à produção de tecnologias limpa, além de formar pessoas ambientalmente conscientes. Esse é um tópico que parece bem interessante quando se deseja trabalhar sobre educação ambiental.

A educação ambiental em nosso país é um fator essencial e permanente, que deve ser articulada em todos os níveis e modalidades de ensino, tanto formal quanto não formal. Ensinar conceitos ambientais à sociedade sugere a produção de práticas que possam mudar pensamentos, hábitos e trazer informações que agreguem conhecimentos sustentáveis para uma mudança efetiva ao lugar onde vivemos (Zakrzewski, 2003). Apesar de o conceito de sustentabilidade estar muito presente nas mídias, pouco se conhece sobre sua definição. Para Boff (2012), a sustentabilidade é um dos temas que vem sendo bastante debatido nos últimos tempos e, para entendê-la melhor, ele define:

Sustentabilidade é toda ação destinada a manter as condições energéticas, informacionais, físico-químicas que sustentam todos os seres, especialmente a Terra viva, a comunidade de vida e a vida humana, visando à sua continuidade e ainda a atender às necessidades da geração presente e das futuras de tal forma que o capital natural seja mantido e enriquecido em sua capacidade de regeneração, reprodução e co-evolução.

A sustentabilidade, sendo sistemática, implica aspectos físicos, químicos, econômicos, políticos e sociais de uma sociedade, e, nesse sentido, não pode ser representada apenas pelo meio ambiente, como uma “parte” que representasse o todo (Morin, 2013). Promover ações que tratem de conceitos científico-ambientais de forma mais profunda, articuladas com várias dimensões, exige mais tempo do que um modelo tradicional de ensino e se torna um grande desafio nas escolas. Entretanto, quando essa estratégia é incorporada em uma abordagem de ensino, como Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj), as aulas de química nas escolas podem se tornar mais interessantes e menos abstratas (Martins *et al.*, 2016; Costa, 2020; Masson *et al.*, 2012).

A ABPj é um modelo de ensino que permite aos alunos protagonizarem o conhecimento de forma mais profunda, contextualizada e multidimensional, exigindo bastante investigação para a produção de um artefato final¹. Além do mais, mobiliza questões vinculadas ao mundo real que os estudantes consideram significativas (Barell, 1999).

A prática da reciclagem de óleo de cozinha para a produção de sabão é uma ação considerada simples e comum nas aulas de química, porém, a maneira como ela é abordada faz

¹ Para Bender (2014, p. 16), artefatos são itens criados ao longo da execução de um projeto ou aspectos de soluções, e representam possíveis soluções para a questão-problematizadora. O artefato final conhecido também como “produto final” é uma proposta de solução ao problema.

a diferença na hora de formar pessoas cidadãs (Carneiro; Wirzbicki; Lima, 2019). Trabalhar a temática ambiental em aulas de química juntamente com a ABPj é algo que precisa ser pensado, principalmente, visando à formação de pessoas mais conscientes para atuarem na sociedade do século 21. Em concordância com Calper, Freitas e Monteiro (2023, p. 3), entende-se que a formação científico-ambiental pode ser desenvolvida “por meio do uso de alguma metodologia ativa, tendo como temática uma questão ambiental, pois garantiria três elementos: contextualização, significados e investigação em suas ações pedagógicas”.

Dessa forma, este trabalho analisou a formação científico-ambiental associada ao uso da Aprendizagem Baseada em Projetos em uma escola da rede pública estadual, situada na região Norte, por meio da aplicação de uma sequência didática direcionada ao tema: reciclagem do óleo de cozinha.

1.1 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

De acordo com Masson *et al.* (2012), a ABPj é uma abordagem que envolve os alunos na construção de conhecimentos e competências. Larmer, Mengendoller e Boss (2015) destacam as competências essenciais que a ABPj proporciona, sendo elas: responsabilidade, trabalho em pares, pensamento crítico, autoconfiança, gestão do tempo, transmissão de ideias e pensamentos, comunicação, entre outras. Em geral, pode-se dizer que essa metodologia tem características investigativas cuidadosas, visando a uma aprendizagem eficiente e eficaz, não devendo ser confundida com outras abordagens didáticas.

Bender (2014) sintetiza seis aspectos comuns que devem ser percebidos na aprendizagem baseada em projetos: (1) gerar interesse nos alunos por meio de uma questão orientadora e altamente motivadora; (2) tornar as experiências significativas por meio do trabalho cooperativo, constante *feedback* e revisão; (3) investigar e inovar em sala de aula; (4) oportunizar constantes espaços de reflexão; (5) manter o processo investigativo e (6) favorecer a participação efetiva dos alunos, dando-lhes “voz” em todo o processo.

A ABPj permite que questões do mundo real sejam problematizadas pelos alunos, que geralmente são motivados a buscar soluções de forma concreta e criativa (Paula, 2017). As vantagens da ABPj não são apenas motivacionais, ela pode ser entendida como “uma abordagem orientada para a elevação intelectual dos estudantes intermediada pelo professor” (Bell, 2010, p. 39). O acompanhamento do professor proporcionará incentivo e apoio aos estudantes à construção dos seus projetos, proporcionando a eles maior aprendizado e protagonismo. Portanto, é um modelo de ensino que difere do tradicional, e se torna um caminho interessante à formação cidadã, participativa e sensível às questões sociais (Barbosa; Moura, 2013; Lattimer; Riordan, 2011).

Segundo Larmer e Mergendoller (2015), para que haja maior qualidade e relevância dos projetos, é preciso que os estudantes percebam os conhecimentos envolvidos e seus significados. Além disso, os trabalhos produzidos precisam ser divulgados à comunidade escolar, por meio de uma exposição pública dos produtos finais aos demais alunos e professores da escola.

Assim, promover a resolução de problemas com vistas à apropriação de novos conhecimentos (Barbosa; Moura, 2013 *apud* Severo, 2020) promove um ensino que atende às suas necessidades ou inquietações em sala de aula, além de tornar o estudante parte central do processo.

2 METODOLOGIA

2.1 IDENTIFICAÇÃO DA SALA DE AULA

A sala de aula foi o local da investigação e envolveu uma turma composta por alunos jovens de entre 16 e 18 anos, que, em geral, segundo a professora da turma, não se interessava pelas aulas de Química na escola. A pesquisa foi conduzida em uma escola pública situada na região Norte e teve a participação de 24 alunos do Ensino Médio, do 3.º ano do Ensino Médio, turno matutino (Figura 1).

As salas de aulas são configuradas para proporcionar o ensino tradicional e apresentam quadro branco, carteiras enfileiradas, condicionador de ar, uma mesa e cadeira para o professor. A rotina das aulas pode ser descrita como a transmissão dos conteúdos aos estudantes, que assistem às aulas e executam as tarefas. Por vezes, alguns estudantes, perguntam e tiram dúvidas.

Figura 1 – Escola Pública da região Norte

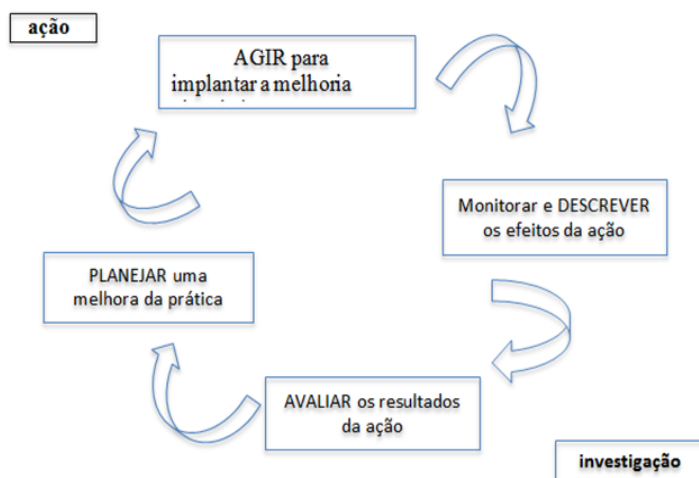


Fonte: Autoras, 2022.

2.2 TIPO DE PESQUISA

Nesse contexto, a investigação é qualitativa e se aproximou de uma pesquisa-ação. Moreira e Caleffe (2006, p. 89) afirmam que “a pesquisa-ação é considerada uma intervenção em pequena escala no mundo real e um exame de perto dos efeitos dessa intervenção”. A pesquisa-ação é um tipo de investigação-ação, que se move por um ou mais ciclos de ações (Figura 2).

Figura 2 – Esquema de um ciclo da pesquisa-ação.



Fonte: Tripp, 2005.

A proposta dessa pesquisa seguiu o ciclo, dividido em duas partes: 1) Ação – que se definiu pelo ato de planejar e agir e 2) Investigação – que se concebeu pelo ato de descrever e avaliar. Neste estudo, a primeira parte começou pelo planejamento da sequência didática com a ABPj, fundamentada na proposta de Bender (2014), e, conseqüentemente, de sua aplicação. A segunda parte deu continuidade à ação, por meio da coleta de dados para investigar o comportamento dos estudantes em sala de aula e sua formação científico-ambiental, os quais foram registrados pelas observações em sala de aula, análises das avaliações e a aplicação de um questionário. Ao investigar o comportamento dos estudantes em sala de aula frente à proposta da ABPj, consideramos dois aspectos: 1) participação ativa dos estudantes e 2) desenvolvimento de habilidades.

Os dados das observações e avaliações foram analisados e organizados da seguinte forma: *conhecimentos prévios sobre educação ambiental; noções dos estudantes sobre a química do sabão, e momentos da investigação em sala – aprofundamento sobre a temática e apropriação dos conceitos de química*. Por questões éticas, os participantes foram identificados da seguinte forma: estudante A1, A2, A3, ...; Dupla D1, D2, D3, ...Grupo G1, G2, G3, ...

A aplicação de um questionário consistiu em elaborar perguntas visando à compreensão dos estudantes participantes sobre a proposta das atividades realizadas em sala de aula (Quadro 1).

Quadro 1 – Questionário de avaliação da ABPj pelos estudantes

Para os alunos	Marque X		Como foi sua ação enquanto a:
	Sim	Não	
Tinha conhecimento prévio sobre o tema?			O conhecimento prévio dos alunos
Gostou da apresentação do tema feito pela professora?			A apresentação do Tema/Problema/Projeto a ser tratado

Estava de acordo com as pautas a cumprir do projeto?			Estabelecer critérios, definir diretrizes, metodologia, cronograma, avaliação, (para, ou com, alunos)
Você colaborou com o trabalho acordado no grupo?			Acompanhamento para induzir responsabilidade individual e em grupo dos alunos
Você encontrou vantagens e desvantagens ao trabalhar em grupo?			Acompanhamento do Projeto ou avaliação de processos, com a participação de todo o grupo de trabalho (favorecendo o trabalho colaborativo, e em uma equipe)
Você considera que seu projeto difere dos outros?			Intervenção para estimular a criatividade, a inovação, a originalidade
O projeto gerou resultados satisfatórios?			Proposta de transmissão de resultados (para/ou com alunos) em sala de aula/na escola/fora da escola

Fonte: Autores, 2022.

Após sua prática, que ocorreu no final da aplicação da sequência didática baseada na ABPj, organizamos os dados em um gráfico e identificamos os aspectos metacognitivos dos participantes em sua avaliação do efeito da ABPj na sala de aula.

2.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA ABPj

A sequência didática, apoiada em Bender (2014, p. 32), incluiu cinco etapas de ação: 1) identificação dos conhecimentos prévios; 2) apresentação da âncora e questão-motriz; 3) momentos de pesquisa e *feedbacks*; 4) avaliação e 5) socialização das produções (Quadro 2). O projeto desenhado pelos pequenos grupos de alunos trata de possíveis caminhos trilhados para resolver a questão-motriz apresentada e contribuir ao desenvolvimento de habilidades e competências científico-ambientais.

Quadro 2 – Sequência didática apoiada em Bender (2014) – reciclagem do óleo de cozinha

Levantamento dos conhecimentos prévios
Os alunos socializaram suas reflexões e opiniões a respeito do que sabiam sobre a relação entre óleo de cozinha e meio ambiente, por meio de um cartaz ilustrativo. A discussão em sala de aula foi conduzida, primeiro, entre duplas (10 minutos) e depois com toda a turma (10 minutos).
Apresentação da âncora e questão-motriz
Os alunos foram convidados a produzir o sabão a partir do óleo de cozinha para discussão em sala sobre as transformações químicas envolvidas na produção do sabão. Após o retorno para a sala de aula, eles construíram um portfólio sobre a produção do sabão com o intuito de informar o público a fazer o sabão. A ideia era iniciar uma discussão sobre as transformações químicas envolvidas na produção do sabão e apresentar a seguinte questão-motriz: De que forma o descarte inadequado do óleo no meio ambiente poderá ser prejudicial ao meio ambiente e à vida aquática?
Momentos de pesquisa e <i>feedbacks</i>

Etapa 1
Os alunos foram incentivados a fazer pesquisas em grupo sobre a temática: poluição aquática <i>versus</i> óleo de cozinha. A turma foi organizada em quatro grupos de trabalho, porque era necessário fomentar o trabalho colaborativo. Cada grupo foi incentivado a produzir um infográfico ou mapa mental com intuito de reunir e organizar as informações investigadas.
Etapa 2
As atividades foram conduzidas à compreensão da composição química do sabão e suas propriedades: “De que maneira as propriedades do sabão ajudam em uma lavagem mais eficiente?” Em dupla, os alunos pesquisaram e foram conduzidos debates e discussões com a turma. Houve uma aula prática com a produção de sabão.
Avaliação autêntica
A avaliação autêntica consistiu na escrita de uma carta pelos alunos direcionada ao Presidente da República, apresentando propostas e intervenções ao problema da poluição aquática por óleo.
Socialização das produções
Em equipe, os alunos divulgaram os resultados da aprendizagem, socializando sobre a necessidade de reciclar o óleo de cozinha, dando um fim sustentável ao resíduo. Os grupos passaram de sala em sala para divulgar a mensagem tão importante de educação ambiental e distribuíram pedaços de sabão embalados aos estudantes. O produto final de cada projeto foram os cartazes e os pedacinhos de sabão distribuídos aos alunos da escola.

Fonte: Autoras, 2022.

No decorrer das atividades, os estudantes foram incentivados produzir artefatos e apresentarem “chuvas de ideias” (conhecida como *brainstorming*) para suas produções. A proposta de “produto final” incentivou os estudantes à produção e à distribuição de sabão feito com óleo de cozinha usado e no compartilhamento dos conhecimentos adquiridos durante as aulas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Os cartazes ilustrativos que os estudantes produziram nessa etapa expressaram muito bem a representação mental daquilo que entendiam sobre o assunto (Figura 3). A princípio, identificou-se nos desenhos uma correlação estabelecida entre o descarte do óleo de cozinha e os efeitos ao meio ambiente.

Figura 3 – Cartaz ilustrativo sobre o óleo de cozinha e o meio ambiente.



Fonte: Autoras, 2022.

Considerando as explicações prévias sobre a ilustração, os estudantes A1, A2, A3 e A4 destacaram:

A1: “Não é adequado fazer o descarte do óleo em qualquer lugar, como na pia e no solo já que prejudica a água e o solo”

A2; “Podemos utilizar esse óleo para fazer sabão”

A3: “A reciclagem no Brasil é algo que devemos incentivar porque esse é o melhor jeito *pro* descarte do óleo”

A4: “A vida aquática tem sido muito prejudicada pelo descarte incorreto do óleo de cozinha”

Os estudantes A1 e A4 demonstraram conhecer os efeitos do descarte inadequado do óleo de cozinha sobre o meio ambiente, ao relatarem que “*o descarte do óleo em qualquer lugar como na pia e no solo já que prejudica a água e o solo*” e “*A vida aquática tem sido muito prejudicada pelo descarte incorreto do óleo de cozinha*”. O estudante A3, nesse quesito, chama a atenção ao incentivo de pensar em alternativas para o melhor descarte do óleo, ao enfatizar que “*devemos incentivar porque esse é o melhor jeito pro descarte do óleo*”. Observamos que os estudantes apresentam certo nível de criticidade a respeito do tema, o que é considerado positivo. Para Santos e Schnetzler (2000), os estudantes devem ser críticos quando percebem os prejuízos causados ao meio ambiente, principalmente porque os incentiva a pensar em alternativas, como foi sugerido pelo estudante A2: “*Podemos utilizar esse óleo para fazer sabão*”.

Apesar de os estudantes terem alguma noção a respeito da relação do descarte do óleo, prejuízos ao meio ambiente e alternativas, em seus relatos não foram identificadas relações com os conhecimentos científicos, por exemplo, como se dá o processo de transformação química do óleo em sabão; o que acontece quando uma camada de óleo está sobre a superfície da água, entre outros.

3.2 NOÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE A QUÍMICA DO SABÃO

Durante a aula de produção do sabão, observamos o interesse e a curiosidade dos estudantes em compreender o fenômeno de transformação do óleo de cozinha em sabão (Figura 4). A participação e a motivação se tornaram notórias durante a atividade, sendo essas

características presentes em aulas por ABPj (Bender, 2014; Monteiro; Costa, 2022; Nogueira, 2008).

Figura 4 – Preparo do sabão com a turma.



Fontes: Autoras, 2022.

Nessa aula, os estudantes foram questionados sobre o fenômeno de transformação do óleo de cozinha em sabão para expressarem o que sabiam sobre o tema. Os relatos dos estudantes A5, A6, A7, A8 são compartilhados abaixo:

A5: “Acho que a soda cáustica tem o papel de tornar a solução consistente”

A6: “Com certeza o papel da água é dissolver os componentes químicos da mistura”

A7: “O óleo vira uma crosta de gordura”

A8: “O sabão em pó é usado *pra* neutralizar o cheiro”

Os relatos de A5, A7 e A8 demonstram desconhecimentos sobre a Química. No entanto, quando A6 relata que, “*Com certeza o papel da água é dissolver os componentes químicos da mistura*”, identificamos seu conhecimento sobre as propriedades da água como solvente universal e sua capacidade de formar eletrólitos em solução. Essa atividade inicial se tornou âncora para a introdução da questão-motriz e proporcionou o engajamento da turma para as próximas atividades.

3.3 MOMENTOS DA INVESTIGAÇÃO EM SALA

3.3.1 Etapa 1 – Aprofundamento sobre a temática

Utilizando o apoio de alguns materiais fornecidos pela professora-pesquisadora (textos, gráficos e tabelas a respeito da distribuição de água no Brasil e o seu tratamento), os alunos foram incentivados a fazer pesquisas em grupo sobre a temática: a reciclagem do óleo de cozinha. A pesquisa se expandiu para o entendimento do conceito e de suas relações com o meio ambiente. A fonte de pesquisa não se limitou apenas aos materiais fornecidos, mas foi ampliada com pesquisas na internet. Mendonça-Silva (2024) afirma que os princípios de pesquisa são o ponto de partida à iniciação científica dos estudantes, e importa considerar o aprofundamento do conhecimento científico, pela compreensão, interpretação e inferência.

A turma foi dividida em quatro grupos de trabalho, tendo em vista que era necessário incentivar o trabalho colaborativo (Grant, 2002) e o desenvolvimento de habilidades de

brainstorming (Bender, 2014, p. 109). Cada grupo foi incentivado a produzir um infográfico ou mapa mental com intuito de organizar os resultados da investigação. Em análise às produções, os excertos sobre o descarte inadequado do óleo de cozinha foram extraídos de seus registros e compartilhados a seguir:

G1: Causa intoxicação da vida marinha, manchas em locais turísticos.

G2: Um litro de óleo pode poluir cerca de 20 mil litros de água, trazendo consequências trágicas na vida marinha. Precisamos evitar que chegue às nossas águas, pois estudos apontam que o desperdício de água aumentou no Brasil nos últimos anos.

G3: Como o óleo é menos denso que a água, ele fica na superfície dos rios e lagos impedindo a entrada de luz e oxigênio.

G4: Seja através de mananciais ou do seu descarte em lixo comum, o que faz chegar a lixões, o óleo pode contaminar o solo e ser absorvido por plantas, poluir lençóis freáticos e tornar-se impermeável contribuindo com a formação de enchentes.

O papel das atividades nessa aula foi proporcionar uma noção mais consistente sobre os problemas causados com descarte inadequado do óleo de cozinha, desenvolvendo uma consciência científico-ambiental. Nessa ocasião, observa-se que, em geral, os estudantes G1, G2 e G4 relataram sobre a poluição aquática e dos lençóis freáticos, a vida marinha e a contaminação dos mananciais por óleo de cozinha: *“Causa intoxicação da vida marinha [...]”*; *“[...] óleo pode poluir cerca de 20 mil litros de água, trazendo consequências trágicas na vida marinha [...]”* e o *“[...] óleo pode contaminar o solo e ser absorvido por plantas, poluir lençóis freáticos e tornar-se impermeável [...]”*, e G3 sobre as suas consequências: *“Como o óleo é menos denso que a água, ele fica na superfície dos rios e lagos impedindo a entrada de luz e oxigênio”*. As evidências apontam o aprofundamento dos estudantes sobre o tema.

Mora (2015) afirma que as competências ambientais na educação em ciências proporcionam uma compreensão holística do conhecimento de problemas complexos, que facilitam a aquisição de habilidades para aprender e manejar fenômenos que relacionam a sociedade com a natureza. Diante disso, identificamos nos relatos dos estudantes, duas características de competências científicas ambientais definidas pelo autor: emocional e valores. Os relatos dos estudantes demonstram empatia e compaixão pela natureza, os quais reconhecem e respeitam os valores da natureza e sua relação com o homem, demonstrando preocupação com o bem comum.

Nessa atividade investigativa, os estudantes ampliaram o conhecimento sobre a temática e também desenvolveram habilidades ambientais, das quais apareceram a cooperação, a escrita, a comunicação e a organização das ideias e a reflexão.

3.3.2 Etapa 2 – Conceitos de Química – saponificação

Para iniciar a atividade, introduzimos a seguinte pergunta: *“De que maneira as propriedades do sabão ajudam em uma lavagem mais eficiente?”*, e formamos dupla de alunos. O propósito foi desenvolver nos estudantes conhecimentos de química a respeito da transformação do óleo em sabão, e continuamos com a proposta investigativa de conduzir os estudantes ao entendimento dos conceitos, por meio da pesquisa em livros, artigos e internet. Um protocolo de registro foi entregue pela professora para as anotações das aprendizagens.

Os registros no papel das duplas D1, D2, D3 e D4 indicam que os estudantes conseguiram responder à pergunta inicial com argumentos, pautando-se nos conceitos de polaridade e apolaridade (Tabela 1).

Tabela 1 – Evidências de aprendizagem sobre conceitos de Química.

Dupla	Evidências (Excertos dos registros)
D1	O sabão tem propriedades polar e apolar; como polar dissolve polar e apolar dissolve apolar, consequentemente, torna-se um aliado junto com a água que, por si só, já é solúvel.
D2	A composição do sabão tem afinidade tanto com a gordura, que são substâncias apolares, quanto com a água, que é polar. E, pelo fato de substâncias polares dissolverem outras substâncias polares e acontece o mesmo com as apolares, o sabão teria a composição perfeita para resolver esse problema.
D3	A sua parte apolar é hidrofóbica, ou seja, tem aversão à água, mas é lipofílica, isto é, interage com as moléculas de gordura que também são apolares.
D4	Porque as gorduras são apolares e o sabão tem uma parte também apolar, logo apolar dissolve apolar, além de que o sabão tem parte polar que interage com a água.

Fonte: Autoras, 2022.

As explicações de D1, D2 e D4 se fundamentam nas propriedades estruturais do sabão. Para essas duplas, a estrutura do sabão se apresenta com característica tanto polar quanto apolar, o que explicaria a eficiência da lavagem. Por outro lado, a explicação de D3 se apoia nos conceitos de hidrofobia e lipofilia para responder à pergunta. Em geral, pode-se identificar que os estudantes compreenderam a atuação sabão na limpeza ao explicarem que a gordura interage com fragmento apolar do sabão e a água com o fragmento polar.

Segundo Chassot (2003, p. 91), uma das formas de ensino que privilegiam uma educação mais comprometida se direciona a uma alfabetização científica pautada em conhecimentos vinculados à realidade do estudante, e incentive homens e mulheres a se tornarem agentes de transformações – para melhor – do mundo em que vivemos.

Nessa ocasião, os estudantes não somente ampliaram o conhecimento sobre o descarte inadequado do óleo em mananciais e seus efeitos, mas também sobre a química do sabão. Entendemos que, nessa ocasião, os estudantes já estavam preparados para resolver a questão-motriz e foi estimulada por meio da avaliação autêntica.

3.4 AVALIAÇÃO AUTÊNTICA

Para se obter um *feedback* sobre a aprendizagem geral dos estudantes, uma avaliação autêntica foi realizada. Essa avaliação – diferentemente de uma prova comum em aulas tradicionais – apresentou aos estudantes o desafio de escrever uma carta hipotética – direcionada ao Presidente da República – para apresentarem propostas de intervenção sobre o problema da poluição aquática com óleo de cozinha.

A carta foi escrita em dupla e os excertos da carta são compartilhados a seguir:

D1: “Informar a população sobre o descarte do óleo por meio de jornais e palestras”

D2: “Conscientizar a população e tentar mudar os hábitos e ajudar o meio ambiente”

D3: “Criação de políticas públicas para proteger o meio ambiente incentivando o descarte correto do óleo de cozinha”

D4: “Recompensar a população por cada litro de óleo reciclado”

D5: “Promover oficinas de sabão para a sociedade”.

O excerto da dupla D5 sugere medidas educativas como forma de mediar do descarte inadequado de óleo de cozinha, enquanto a dupla D2, complementa, afirmando que a conscientização ambiental seria uma boa medida para mudar a relação homem-natureza, considerando os frequentes descartes inadequados que afetam o meio ambiente. A resposta da dupla D1 tratou de enfatizar o trabalho da mídia/comunicação, como jornais e palestras, para promover de forma mais ampla a sensibilidade da população em relação ao meio ambiente, e D4 acrescenta medidas para o recolhimento do óleo de cozinha por meio de recompensas.

Os relatos apresentados nessa atividade descrevem o desenvolvimento de mais três competências/capacidades científico-ambientais nos alunos, sendo elas: pensamento crítico; epistemologia política e ação. Calper, Freitas e Monteiro (2023, p. 15) descreveram que essas competências se desenvolvem com o uso da ABPj, por meio da busca de alternativas aos problemas identificados pelos estudantes; reconhecimento de mudança na relação homem-natureza e envolvimento deles – principalmente aos grupos de vulnerabilidade social – em ações que exigem conhecimentos multidimensionais.

Os conhecimentos mobilizados pelos estudantes na avaliação demonstram que, no decorrer das atividades, eles foram adquirindo argumentos científicos para responder à questão-motriz: *De que forma o descarte inadequado do óleo no meio ambiente poderá ser prejudicial ao meio ambiente e a vida aquática?* Moran (2015) afirma que se trata da competência “Conhecimento”, que envolve “a construção individual de conhecimento para compreensão e resolução de problemas reais” e favorece o saber ambiental, fruto da práxis ação/reflexão, como a apropriação de conceitos.

Ao se trabalhar com temáticas que envolvam questões ambientais, Philippi e Pelicioni (2014, p. 3) afirmam que “a educação ambiental proposta na escola precisa formar e preparar os cidadãos para a reflexão crítica e para uma ação social corretiva, ou transformadora do sistema, de forma a tornar viável o desenvolvimento integral dos seres humanos”. Essa é uma das formas que incentivam homens e mulheres a se tornarem agentes de transformações e, neste trabalho, pode-se afirmar que os estudantes conseguiram produzir, escrever, investigar, participar, comunicar-se e ouvir, refletindo sobre a temática e se colocando como agentes ativos que se sensibilizaram com a questão ambiental.

3.5 SOCIALIZAÇÃO DAS PRODUÇÕES

A divulgação dos resultados aconteceu com a visita de cada grupo às salas de aula, distribuindo pequenas amostras de sabão – produzidos a partir do óleo de cozinha usado. Durante as visitas, o grupo falou sobre a importância da reciclagem do óleo de cozinha,

explicando sobre as causas e os efeitos do óleo de cozinha usado no meio ambiente e que alternativa seria viável para lhe dar um destino final mais adequado.

3.6 AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES POR ABPj PELOS ESTUDANTES

A avaliação feita pelos estudantes sobre as atividades por ABPj aconteceu em resposta a um questionário. Foram sete perguntas (Figura 5) e os resultados mostram que os estudantes apreciaram trabalhar com a abordagem da ABPj em sala de aula, encontrando mais vantagens (72%) do que desvantagens (28%) em trabalhar com projetos em sala de aula.

Figura 5 – Avaliação dos estudantes sobre os projetos por ABPj



Fonte: Autoras (2022).

Em geral, 94% demonstraram interesse pelo tema abordado, pelas pautas cumpridas no projeto e pelo senso colaborativo. Essas evidências apontam a satisfação em aprender pela metodologia da ABPj. É interessante que esses resultados se aproximam daqueles encontrados por Liecheski (2019) e Larmer, Mengendoller e Boss (2015) sobre resultados de satisfação dos estudantes no uso da ABPj em sala de aula pelos professores.

O tema também foi muito apreciado pelos estudantes, tendo em vista sua relação com o cotidiano deles. Corroborando com Nogueira (2008, p. 53), que afirmou ser “importante despertar uma visão mais holística e transdisciplinar em relação ao conhecimento”, entendemos que a ABPj e o tema ambiental se apresentaram para os estudantes de forma relacional, diferenciada e inovadora, dando uma visão mais global do assunto. Além dos conteúdos de Química, a proposta por projetos desenvolveu nos estudantes um olhar à complexidade da vida e do mundo.

Em sala de aula, o comportamento dos estudantes mudou profundamente, os quais saíram do estado de apatia e desinteresse para se tornarem participativos, engajados e motivados. Sendo assim, a proposta da ABPj elevou o interesse dos participantes pelo estudo da química e, conseqüentemente, despertou a atenção à realização das atividades em classe. Essas evidências corroboram com a afirmação de Sirhan (2007, p. 9): “a motivação em aulas de

Química por ABPj reforça não somente o pensamento de que ela motiva, mas mobiliza os estudantes a aprendizagem significativa”. Logo, a reflexão dessa ação é de que a ABPj e a educação ambiental podem apresentar mudanças positivas no desempenho dos estudantes, quando bem planejadas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Química, quando realizado por meio da ABPj, incentiva nos estudantes o desenvolvimento de competências científico-ambientais, sendo uma metodologia que apresenta enormes vantagens, quando comparada ao modelo tradicional. As atividades proporcionadas conduziram os estudantes a investigar, ler, argumentar, comunicar-se, organizar as ideias e refletir. A apresentação da âncora e questão-motriz incentivaram os estudantes a reconhecerem o tema e se aprofundarem mais, materializando seu conhecimento na produção de cartazes com a temática e socializando com a turma. Durante os momentos de pesquisa e *feedbacks*, os estudantes produziram artefatos e desenvolveram *brainstorming*, trabalhando em grupo e incluindo a voz de todos. Assim, os estudantes foram se apropriando de argumentos e desenvolvendo competências científico-ambientais, por meio de pesquisas, reflexão e pequenas produções em classe.

Neste estudo, identificamos uma ampliação do perfil conceitual dos alunos na construção do conhecimento científico-ambiental associado a situações cotidianas, bem como o desenvolvimento de competências e habilidades para tomar decisões, produzir e resolver problemas. Dessa forma, a metodologia ABPj se mostrou adequada ao contexto escolar e deve ser mais incentivada pelos professores. Ressaltamos que as possibilidades futuras incluem a ampliação de outros estudos para a adoção dessa prática metodológica em outros contextos, como, por exemplo, nas universidades.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Amazonas e à Capes agradecemos o apoio dado à realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALBERICI R. M.; PONTES F. F. F. Reciclagem de óleo comestível usado através da fabricação de sabão. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 1, n. 1, p. 073-076, jan./dez., 2004.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, maio/ago. 2013.
- BARELL, J. **El aprendizaje basado en problemas: Un enfoque investigativo**. Buenos Aires: Ediciones Mantinal, 1999.
- BELL, S. Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. **The clearing house: A journal of Education Strategies, Issue and Ideas**, 83(2), 39-43. 2010.
<https://doi.org/10.1080/00098650903505415>.
- BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em Projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.
- BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é, o que não é**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.
- CALPER, G. L.; FREITAS, L. A.; MONTEIRO, E. P. Desenvolvimento de competências científico-ambientais por aprendizagem baseada em projetos no ensino de química. **Revista Sergipana de Educação Ambiental | REVERSEA**, v. 10, 2023, ISSN Eletrônico: 2359-4993.
- CARNEIRO, R. S.; WIRZBICKI, S. M.; LIMA, B. G. T. A produção de sabão artesanal como perspectiva sustentável no ensino de biologia. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 9, n. 3, set./dez., p. 103-111, 2019.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, p. 89-100, 1 abr. 2003.
- COSTA, K. M. **A Aprendizagem baseada em projetos no ensino de química promovendo aprendizagem significativa crítica**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação Profissional em Química em Rede Nacional. Instituto Federal do Espírito Santo. Vila Velha, 2020, 170p.
- GRANT, M. M. Getting a grip on project-based: theory, cases and recommendations. **Meridian: A Middle School Computer Technologies Journal**, v. 5, n. 1, p. 1-17, 2002.
- LARMER, J.; MERGENDOLLER, J.; BOSS, S. **Setting the standard for project based learning: a proven approach to rigorous classroom instruction**. Alexandria: ASCD, 2015.
- LATTIMER, H.; RIORDAN, R. Project-based learning engages students in meaningful work: Students at High Tech Middle engage in project-based learning. **Middle School Journal**, v. 43, n. 2, p.18-23. 2011.
- LEITE, L. R.; LIMA, J. O. G. O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos (online)**, Brasília, v. 96, n. 243, p. 380-398, 2015.
- LIECHESKI, A. **Integração entre a aprendizagem baseada em projetos e o ensino de química: uma proposta para construção da consciência ambiental**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação Profissional em Química em Rede Nacional. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019, 120f.
- MARTINS, V. J.; OZAKI, S. K.; RINALDI, C.; PRADO, E. W. A aprendizagem baseada em projetos (ABPr) na construção de conceitos químicos na potabilidade da água. **Prática Docente**, Confresa, v. 1, n. 1, p. 79-90, jul./dez. 2016.

- MASSON, T. J.; MIRANDA, L. F.; MUNHOZ Jr, A. H.; CASTANHEIRA, A. M. P. **Metodologia de ensino**: aprendizagem baseada em projetos (PBL). Belém, set. 2012. In: XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – CO- BENGE 2012.
- MENDONÇA-SILVA, M. R. S. A importância da inferência na compreensão de textos. **Caderno Pedagógico**, Curitiba, v. 21, n. 13, p. 1-19, 2024.
- MONTEIRO, E. P.; COSTA, A. V. G. Curso Online sobre “Aprender e Ensinar por Projeto” como ação formativa para os residentes de Química durante a Pandemia. **Vivências**, v. 18, n. 35, p. 133-146, 2022.
- MORA, W. M. P. Desenvolvimento de capacidades e formação de competências ambientais no professorado de ciências. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 38, p. 185-203, 2015.
- MOREIRA, H; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. Rio de Janeiro: DP&A, 2006.
- MORIN, E. **A via para o futuro da humanidade**. Tradução de Edgard de Assis Carvalho, Mariza Perassi Bosco. Rio de Janeiro: Bertrand, 2013.
- NASCIMENTO, T. S.; CARMO SANTOS, S. K.; NASCIMENTO, G. L. S; MUNIZ, C. A. S.; MARTINS, M. P. S. Concepções da prática de ensino de química em escolas públicas e privadas de ensino médio: Estudo de caso na cidade de Pau dos Ferros (Rio Grande do Norte). **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 8, n. 3, p. 121-138, 2022.
- NOGUEIRA, N. **Pedagogia de Projetos**. Etapas, papéis e atores. 4. ed. São Paulo. Érica, 2008.
- PAULA, V. R. **Aprendizagem baseada em projetos**: Estudo de caso em um curso de Engenharia de Produção. Itajubá, jan. 2017. Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/679/dissertacao_paula_2017.pdf?sequence=1>. Acesso em: 24 jan. 2024.
- PHILIPPI JUNIOR, A.; PELICIONI, M. C. F. **Educação Ambiental e Sustentabilidade**. 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2014.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química**: compromisso com a cidadania. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2000. p. 47-48.
- SEVERO, C. E. Aprendizagem baseada em projetos: Uma experiência educativa na educação profissional e tecnológica. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, [S.l.], v. 2, n. 19, p. e6717, abr. 2020. ISSN 2447-1801.
- SIRHAN, G. Difficultes in Chemistry: an overview. **Journal of Turkish Science Education**, v. 4, Issue 2, p. 2-20, 2007.
- TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.
- ZAKRZEWSKI, S. B. Cenários da Trajetória da Educação Ambiental. In: ZAKRZEWSKI, S. B. (org.). **A Educação Ambiental na escola**: abordagens conceituais. Programa de Educação Ambiental Barra Grande. Laboratório de Educação Ambiental /LEA–URI–Campus de Erechim. Série Caderno Temáticos de Educação Ambiental. Caderno Temático 1. Erechim/RS. Edifapes, 2003.