

De vala à córrego: Transformando a percepção ambiental através da aprendizagem baseada em projeto no ensino de Química

Iago G. Costa, Maria C. S. Gomes, Gabriel J. Curti e Cristiane Pilissão

A poluição hídrica em rios urbanos é um problema significativo em muitas cidades brasileiras. Para enfrentar esse desafio, diversas iniciativas buscam reduzir o descarte inadequado de poluentes e minimizar as águas residuais, conforme preconizado pelo sexto Objetivo do Desenvolvimento Sustentável da ONU. No contexto escolar, a metodologia “Aprendizagem Baseada em Projetos” (ABP) se destaca como uma abordagem eficaz, envolvendo os estudantes em projetos autênticos que promovem o desenvolvimento sustentável. Neste trabalho, a ABP foi aplicada no Programa de Residência Pedagógica (CAPES/MEC) com uma turma de 2º ano do ensino médio, abordando a problemática da poluição do Córrego Capão da Imbuia, adjacente à escola. Os estudantes foram divididos em grupos para criar iniciativas que reduzissem o descarte inadequado de plásticos no córrego. O projeto aumentou o engajamento dos estudantes nas aulas de Química e elevou a conscientização da comunidade escolar sobre a questão ambiental do córrego.

► poluição hídrica, desenvolvimento sustentável, metodologia baseada em projetos ◀

Recebido em 28/08/2024; aceito em 31/03/2025

74

Introdução

No Brasil, estima-se que mais de 3 milhões de toneladas de resíduos sólidos vão parar nos rios e mares todos os anos, quantidade suficiente para cobrir mais de 7 mil campos de futebol (Souza *et al.*, 2023; Fraga Filho, 2023; Lino *et al.*, 2023). A poluição hídrica em rios urbanos é um problema recorrente que afeta muitas cidades (Mendes *et al.*, 2020; Veról *et al.*, 2020; Dantas *et al.*, 2021).

Diversas iniciativas voltadas à conservação das águas têm sido implementadas, sendo um dos temas centrais da Agenda 2030 da ONU. Um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) dessa agenda é “Garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e o saneamento básico para todos” (Kufeoglu, 2022; Sharma e Katoch, 2022; Moreira *et al.*, 2019; Blumenberg *et al.*, 2018; ONU, 2024). Cada ODS inclui metas específicas relacionadas ao tema, e no caso do sexto objetivo, “Água Potável e Saneamento”, a terceira meta foca na poluição dos rios. Ela busca reduzir o descarte inadequado de poluentes e diminuir à metade a proporção de águas residuais, assegurando a preservação desse recurso, que ainda é escasso em muitas regiões do país (Obaideen *et al.*, 2022; ONU, 2024).

Considerando que a ONU ocupa a posição de instituição

mediadora do bem comum em escala mundial, as instituições de ensino desempenham papel semelhante, conforme estabelecido no parágrafo único da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394/96 (Brasil, 1996):

A educação no Brasil deve ser baseada nos princípios da igualdade de condições para o acesso e permanência na escola, da liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar o pensamento, da pluralidade de ideias e de concepções pedagógicas, e do respeito à liberdade e apreço à tolerância.

Progredindo nesta mesma direção da Educação brasileira, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que orienta os procedimentos pedagógicos e metodológicos, estabelece que a Educação Básica deve desenvolver em seus estudantes algumas competências. De acordo com este documento, competência corresponde aos conhecimentos mobilizados, operados e aplicados em situações que exigem sua utilização para tomar decisões pertinentes (Brasil, 2018).

Entre as dez competências gerais da Educação Básica, a décima é enunciada da seguinte maneira: “Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base

em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários” (Brasil, 1996; Brasil, 2018). Assim, a BNCC deixa claro que, além de compreender o indivíduo como portador de habilidades que são aperfeiçoadas pelo processo de ensino e aprendizagem, ele deve ser capaz de agir em sua realidade em prol da prática do bem comum (Brasil, 1996).

Cabe também citar as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, documento que referencia as propostas pedagógicas dos colégios e escolas no Brasil, e que descreve o ato de educar como ação que “exige cuidado; cuidar é educar, envolvendo acolher, ouvir, encorajar, apoiar, no sentido de desenvolver o aprendizado de pensar e agir, cuidar de si, do outro, da escola, da natureza, da água, do Planeta” (Brasil, 1996; Bender *et al.*, 2015), assim reforçando a responsabilidade civil e social da Educação, categorizando a aprendizagem como característica inerente ao ser humano e o ensino como a melhor forma de contemplar as diferentes capacidades do indivíduo para seu desenvolvimento pleno (Santos, 2019).

É comum observar que os estudantes apresentam certa resistência ao aprendizado de conceitos químicos, o que pode ser atribuído à complexidade dos conteúdos e à abordagem de ensino adotada (Coelho *et al.*, 2021). A aprendizagem baseada em projetos (ABP) tem se mostrado promissora no aprendizado dos estudantes, quando comparada às tradicionais aulas expositivas dialogadas. Isso corrobora com os estudos de William Glasser (1925 - 2013), que indicam que a aprendizagem ocorre da seguinte forma: 10% por meio da leitura, 20% por meio da escrita, 50% por meio da observação e escuta, 70% por meio da discussão e 80% por meio da prática (Lima *et al.*, 2023).

A ABP é uma metodologia de ensino que permite aos estudantes confrontar questões e problemas do cotidiano que consideram significativos. Nessa abordagem, os estudantes determinam como abordar tais questões e, em seguida, agem de forma cooperativa para buscar soluções (Almulla, 2020; Bender *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2023; Pereira, 2022; Saad e Zainudin, 2022; Omer, 2021; Lima *et al.*, 2023).

A ABP pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, fundamentados em questões, tarefas ou problemas altamente motivadores e envolventes. Essa metodologia visa não apenas ensinar conteúdos acadêmicos, mas também promover a autonomia, comunicação, colaboração e reflexão dos estudantes. No contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas, a ABP resulta em altos níveis de engajamento com o conteúdo acadêmico (Bender *et al.*, 2015; Zhang e Ma, 2023; Omer, 2021).

Além disso, ao trabalhar com temas relevantes, os projetos oferecem ao professor a oportunidade de dialogar com os estudantes e flexibilizar seu planejamento, permitindo que estes construam sua autonomia, e se tornem sujeitos ativos em seu processo de aprendizagem (Brasil, 2013; Wahbeh *et al.*, 2021).

Os recursos hídricos são temas importantes a serem trabalhados em sala de aula por meio de projetos, com o objetivo de desenvolver competências, uma vez que estão presentes em diversos contextos do cotidiano, com destaque para sua relevância social, ambiental, tecnológica e econômica (Cosgrove e Loucks, 2015; El-Nwsany *et al.*, 2019; Lalor *et al.*, 2020).

Projetos que contextualizam os problemas relacionados à água apresentam resultados capazes de conscientizar professores, estudantes e comunidade escolar sobre a realidade ao seu redor. Há relatos de resultados positivos, destacando melhorias na compreensão do conteúdo e mudanças nas atitudes dos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem (Bacci e Patata, 2008; Freitas e Marin, 2015; Santos e Compiani, 2009; Munerol *et al.*, 2024; Souza e Ibiapina, 2023).

Aplicar a ABP em uma turma do ensino médio de uma escola pública é uma estratégia viável para buscar melhores desempenhos dos estudantes nos componentes curriculares. Diferente de metodologias que exigem grande investimento financeiro ou materiais específicos, a ABP pode ser facilmente implementada, mesmo com recursos limitados. Sendo fundamentada em projetos, ela permite explorar ideias próximas à realidade dos estudantes e sua aplicabilidade prática, tornando-se uma abordagem econômica e eficiente para aproximar os estudantes dos componentes curriculares e da escola.

A aprendizagem baseada em problemas pode ser comparada aos projetos de extensão, comuns nas universidades, apresentando os mesmos pontos positivos, como maior engajamento dos estudantes com o ambiente e com outros indivíduos, além da aquisição de habilidades socioemocionais, artísticas e profissionais. Dessa forma, o estudante pode se desenvolver de maneira mais ampla e envolvente (Oliveira *et al.*, 2020; Souza e Dourado, 2015).

Este trabalho tem como objetivo abordar a metodologia baseada em projetos dentro da temática poluição hídrica do Córrego Capão da Imbuia, localizado próximo ao Colégio Estadual Paulo Leminski na cidade de Curitiba - Paraná, com a proposta de os estudantes desenvolverem um projeto que reduza o descarte inadequado de plásticos no córrego.

Aplicar a ABP em uma turma do ensino médio de uma escola pública é uma estratégia viável para buscar melhores desempenhos dos estudantes nos componentes curriculares. Diferente de metodologias que exigem grande investimento financeiro ou materiais específicos, a ABP pode ser facilmente implementada, mesmo com recursos limitados. Sendo fundamentada em projetos, ela permite explorar ideias próximas à realidade dos estudantes e sua aplicabilidade prática, tornando-se uma abordagem econômica e eficiente para aproximar os estudantes dos componentes curriculares e da escola.

O presente trabalho foi realizado ao longo do 1º e 2º trimestres de 2023, em colaboração com o Programa de Residência Pedagógica (PRP/CAPES) no componente curricular em Química, o qual foi estruturado a partir da metodologia de ABP. O projeto desenvolvido, “*Eu Olho pro Rio*”, em parceria com a Fundação SOS Mata Atlântica, teve por objetivo analisar o Córrego Capão da Imbuia, corpo d’água que é adjacente ao Colégio Estadual Paulo Leminski, e que se encontra afetado por poluentes, como efluentes domésticos e material plástico (Figura 1).

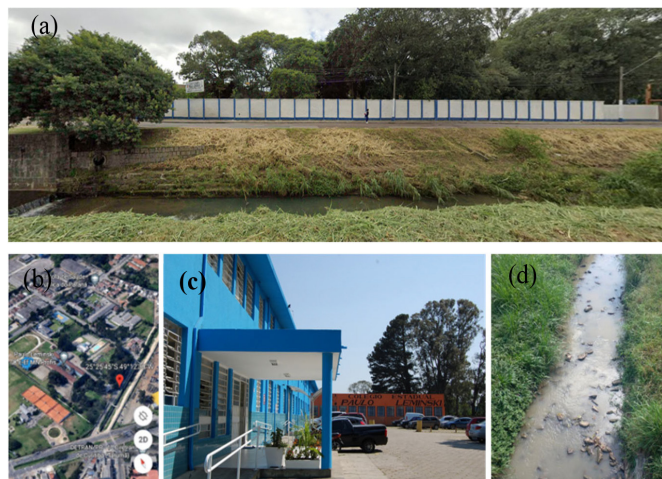


Figura 1. (a) Leito do Córrego Capão da Imbuia nas adjacências a escola; (b) Localização georreferenciada da escola; (c) Fachada da escola; (d) Córrego Capão da Imbuia.

A metodologia ativa ABP foi aplicada a uma turma de 2º Ano do ensino médio, com o objetivo de promover a compreensão e análise crítica da problemática poluição hídrica. Para isso, foi realizada uma visita Diagnóstica ao Córrego Capão da Imbuia. Durante a visita, identificou-se o descarte inadequado de materiais plásticos como o principal problema. Com base nessa observação, os estudantes foram divididos em grupos para idealizar, projetar e desenvolver iniciativas voltadas à redução do descarte inadequado de plásticos no córrego. O desenvolvimento deste projeto foi dividido em dois momentos, que serão detalhados ao longo do trabalho. A representação esquemática das etapas do projeto está ilustrada na Figura 2.

Paralelamente ao desenvolvimento do projeto, os conteúdos do curso de Química foram abordados ao longo dos trimestres, em conformidade com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Referencial Curricular do Estado do Paraná.

O projeto foi desenvolvido ao longo de dois momentos: **Momento 1**, realizado durante o primeiro trimestre de 2023, que consistiu na redação de um Projeto de Iniciação Científica por grupo. Nessa etapa, foi realizada uma visita diagnóstica ao Córrego para identificar os problemas ambientais associados, bem como perguntas norteadoras, com o objetivo de orientar os estudantes na pesquisa e construção

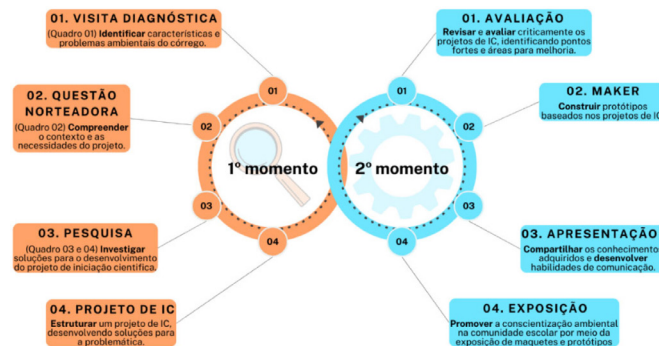


Figura 2. Ciclo de atividades desenvolvidas nos dois momentos do projeto “Eu olho pro Rio” e respectivos objetivos de cada etapa.

do projeto de iniciação científica. Já o **Momento 2**, ocorrido no segundo trimestre de 2023, teve como objetivo a construção do artefato pedagógico (prototipagem) planejado no Momento 1, envolvendo propostas para reduzir o descarte inadequado de plásticos no córrego.

Inicialmente, a turma foi dividida em grupos de até seis estudantes e orientada a preencher uma ficha de campo (Visita Diagnóstica), com perguntas que levassem os estudantes a refletir sobre a condição do córrego (Quadro 1).

Quadro 1. Perguntas direcionadas aos estudantes na Visita Diagnóstica (Atividade 1).

Pergunta
Qual é o nome do rio visitado?
No momento da visita havia lixo no rio ou em seu entorno? Se sim, que tipo de lixo você observou?
Ao observar a água do rio, como você descreveria seu aspecto?
As margens do rio apresentavam algum tipo de vegetação? Se sim, saberia identificá-la?
Foi percebido mau cheiro vindo da água do rio?
Identificou algum trecho do rio com assoreamento ou com possibilidade de assoreamento?
Você observou algum animal no rio ou no seu entorno? Se sim, saberia identificá-lo?
Observou alguma lixeira às margens do rio?
Havia alguma placa na área visitada incentivando o cuidado com o rio? Se sim, o que estava escrito?

Após a visita, foi realizada uma breve discussão em sala de aula sobre as observações dos estudantes referentes ao córrego. Para isso, utilizou-se a estratégia de “tempestade de ideias” (*brainstorming*), com a pergunta central:

“Como poderia ser reduzida a presença de plásticos no córrego?”

Posteriormente, os estudantes foram orientados a pesquisar aspectos geográficos, hidrográficos e históricos relacionados ao principal problema identificado na região do Córrego (Atividade 2; Quadro 2).

Após a Atividade 2 (Quadro 2), os estudantes foram orientados a solucionar o desafio em grupos, inicialmente

Quadro 2. Perguntas norteadoras após a visita diagnóstica dos estudantes ao Córrego (Atividade 2).

Pergunta
<i>O córrego que passa ao lado do colégio pertence a qual bacia hidrográfica? Indique os nomes dos principais rios desta bacia hidrográfica.</i>
<i>Explique como está a situação dos corpos d'água dessa bacia hidrográfica.</i>
<i>Explique como era o córrego do Colégio no passado.</i>
<i>Qual(is) foi/foram o(s) principais problemas constatados no córrego.</i>
<i>Explique como esse(s) problema(s) poderia(m) ser resolvido(s).</i>

com a Redação de um projeto de Iniciação Científica, que envolvia a proposta de artefato pedagógico, desenvolvido a partir de investigações e discussões entre os pares. Nessa etapa, foi realizada uma explicação sobre a redação do Projeto de Iniciação Científica, e um modelo de documento editável foi compartilhado com os estudantes e disponibilizado na Plataforma *Google Classroom*. O documento consistia em perguntas norteadoras para a elaboração do projeto, além de uma explicação sobre como estruturá-lo. (Quadro 3 – Atividades 3 e 4).

Posteriormente, os estudantes reuniram-se com seus respectivos grupos para preencher as questões norteadoras representadas no Quadro 4 (Atividade 5).

Com base nas respostas dos estudantes na Atividade 5 (Quadro 4) foram discutidos os conteúdos relacionados ao componente Química do 1º Trimestre (Momento 1) e do 2º Trimestre (Momento 2), procurando sempre contextualizar com o tema recursos hídricos, e seguindo orientações do Referencial Curricular do Estado do Paraná.

No 2º Trimestre (Momento 2) (Atividade 6), os estudantes foram orientados quanto à prototipagem do projeto (artefato pedagógico que pudesse representar a solução do desafio proposto no 1º Trimestre, no Momento 1). Cada grupo teve a liberdade de produzir o artefato de acordo com suas preferências e habilidades, como maquetes, protótipos 3D elaborados em *softwares*, apresentação de imagens ou vídeo. Duas aulas foram disponibilizadas para que os grupos realizassem a concepção dos protótipos na sala de robótica do Colégio.

Após finalizados os protótipos, cada grupo fez uma apresentação para a turma, explicando o protótipo construído, bem como sua utilidade, descrevendo como isso resolveria o que foi problematizado. Por fim, foi realizada uma exposição dos trabalhos para a comunidade escolar.

Resultados e discussão

Momento 1: Redação do projeto de Iniciação Científica

No primeiro dia de aula, após uma apresentação sucinta do curso, os estudantes realizaram uma visita diagnóstica ao Córrego Capão da Imbuia, corpo d'água cujo leito é

Quadro 3. Perguntas norteadoras para a escrita do projeto de Iniciação Científica (proposta de um artefato pedagógico).

	Descrição
Atividade 3	<i>Explique qual é a importância da água para a sociedade, e como as moléculas dessa substância podem ser representadas na química [mostre a representação da estrutura molecular da água e faça desenhos para representar como as interações moleculares são formadas entre as moléculas de água (indique, próximo a este desenho, o nome das interações intermoleculares presentes entre as moléculas)].</i>
	<i>Explique o que são bacias hidrográficas (cole imagem das bacias hidrográficas brasileiras). Por fim, indique o nome da bacia hidrográfica onde está o córrego Capão da Imbuia.</i>
	<i>Explique em detalhes como estão os rios brasileiros.</i>
	<i>Explique o que são plásticos, e represente as fórmulas moleculares, estruturais e aplicações para cada um dos plásticos indicados abaixo:</i> • Polietileno tereftalato (PET); • Polietileno (PE); • Policloreto de vinila (PVC); • Polipropileno (PP); • Poliestireno (PS).
	<i>Explique quais impactos socioambientais estão relacionados com o descarte inadequado de plásticos.</i>
Atividade 4	<i>Pesquise e explique quais ações ou tecnologias podem contribuir com a redução de plásticos nos recursos hídricos.</i>
	Contexto: Criado há quase um século, o plástico, que trouxe inúmeras facilidades à vida moderna, devido à sua praticidade e resistência, acabou tornando-se um dos materiais mais utilizados no mundo. No entanto, esse material acabou favorecendo problemas ambientais, como a poluição de córregos e oceanos. Problematização: "Como poderia ser reduzida a presença de plásticos no córrego?" Orientação: Explique, em detalhes, que tipo de solução tecnológica seu grupo propõe para responder à problematização (explique detalhadamente como funcionará sua ideia).

Quadro 4. Questões norteadoras para melhor entendimento sobre os problemas hídricos relacionados aos plásticos (Atividade 5).

Pergunta
<i>Como a quantidade de plásticos poderia ser reduzida na natureza?</i>
<i>Defina plásticos.</i>
<i>Que tipo de solução tecnológica poderia contribuir para minimizar a quantidade de plásticos no córrego?</i>

adjacente ao colégio, e avaliaram a condição do meio, processo que é fundamental para compreender eventuais impactos ambientais na região analisada (Figura 3).

Perguntas direcionadas aos estudantes foram realizadas na ficha campo (Atividade 1) e a partir das respostas pôde-se avaliar suas percepções sobre: a qualidade da água, a vegetação nas margens do rio, a presença de mau cheiro, assoreamento, observação de animais, presença de lixeiras e a identificação dos principais problemas ambientais.

As impressões e percepções sobre a água e o córrego foram divergentes entre os grupos. Um fato relevante foi a mudança de mentalidade dos estudantes ao constatarem que o corpo d'água analisado não era uma vala e, sim, um córrego.

Um dos grupos descreveu “a água como: suja, com musgo, cor verde e a presença de bastante lixo”, enquanto outro descreveu-a como: “clara, porém com resíduos sólidos”. Tal disparidade pode ser atribuída à subjetividade na observação do ambiente e à interpretação individual dos estudantes sobre o conceito de água limpa. No entanto, ambas as descrições apontam para a presença de poluentes, evidenciando a preocupação com a qualidade da água no córrego.

A identificação de vegetação nas margens do córrego foi consistente entre os grupos. Um dos grupos mencionou “a presença de mato”, enquanto o outro o identificou como “capim”. A variedade de vegetação observada sugere uma diversidade de habitats ao longo do córrego, o que pode influenciar a biodiversidade local e a estabilidade do ecossistema ribeirinho.

Quanto à percepção de mau cheiro, um dos grupos relatou que sua presença “depende do dia”, enquanto o outro afirmou “não perceber mau cheiro devido à distância do córrego”. Tal contraste pode estar relacionado à sensibilidade individual dos estudantes ao odor e à influência de fatores ambientais, assim como devido à presença de poluentes orgânicos na água.

Quanto à análise de trechos do córrego com relação ao assoreamento ou a possibilidade deste, houve menção por

ambos os grupos. Um dos grupos “descreveu a presença de terra e cimento”, enquanto o outro indicou “a presença de rochas”. Essas observações indicam a ocorrência de processos erosivos e deposição de sedimentos ao longo do leito do córrego, o que pode afetar a dinâmica fluvial e a qualidade da água.

Em relação à observação de animais, um dos grupos relatou “a presença de rãs e peixes”, enquanto o outro “não observou nenhum animal”. Essa disparidade pode refletir diferenças na percepção dos grupos ou quanto à diversidade da fauna do local. No entanto, a presença de animais indica a existência de habitats adequados para a vida selvagem, apesar das condições adversas.

“A ausência de lixeiras às margens do córrego” foi

observada por ambos os grupos, sugerindo uma falta de infraestrutura para a destinação adequada de resíduos sólidos. Isto ressalta a necessidade de implementação de medidas de gestão de resíduos e de educação ambiental para minimizar a poluição do córrego e preservar a qualidade ambiental da área.

Os principais problemas ambientais identificados pelos grupos incluíram a presença de esgoto, lixo sólido e plástico no córrego, conforme representado na Figura

4. Essas observações destacam a gravidade da poluição ao Córrego Capão da Imbuia e a urgência de ações para mitigar seus impactos negativos sobre a saúde dos ecossistemas aquáticos e a qualidade de vida da comunidade local. Dentre os problemas elencados, o mais mencionado pelos estudantes foi a “presença de plásticos ao longo do córrego”.

Sabe-se que a poluição ambiental ocasionada pela gestão inadequada dos resíduos plásticos tem sido considerada uma ameaça global, visto que esses poluentes podem persistir no ambiente por anos e causar efeitos adversos, numa ampla gama de organismos (Caixeta *et al.*, 2023).

Considerando que o descarte inadequado de plástico no córrego é um ponto de atenção para a comunidade escolar e levando em conta a ameaça global representada por esses tipos de materiais, esse contexto favorece a aprendizagem

Um dos grupos descreveu “a água como: suja, com musgo, cor verde e a presença de bastante lixo”, enquanto outro descreveu-a como: “clara, porém com resíduos sólidos”. Tal disparidade pode ser atribuída à subjetividade na observação do ambiente e à interpretação individual dos estudantes sobre o conceito de água limpa. No entanto, ambas as descrições apontam para a presença de poluentes, evidenciando a preocupação com a qualidade da água no córrego.



Figura 3. Estudantes na visita diagnóstica ao Córrego Capão da Imbuia [Atividade 1 - (03/2023)].



Figura 4. Imagens que mostram uma cena comum ao longo das margens do córrego: A presença de material plástico (03/2023).

significativas dos estudantes. A teoria da aprendizagem significativa (TAS) considera que o indivíduo aprende à medida que novos conhecimentos são incorporados em suas estruturas cognitivas, a partir dos conhecimentos prévios relevantes. Esse processo integra novas informações, permitindo que aquele que aprende adquira conhecimento (Silva, 2020).

Os estudantes realizaram investigações acerca de aspectos geográficos e responderam individualmente sobre as características hidrográficas da região (Quadro 2 - Atividade 2). A consulta inicial foi em torno da bacia do córrego e de seus rios tributários. As respostas apresentaram pequenas variações, mas a maioria dos estudantes concordou que “o córrego faz parte da Bacia do Rio Atuba”. Durante a correção da Atividade 2, foi realizada uma aula expositiva que abordou aspectos relacionados às bacias hidrográficas brasileiras.

Houve consenso entre a maioria dos estudantes que “a condição dos corpos d’água é motivo de preocupação”. Eles enfatizaram questões como “poluição decorrente do descarte inadequado de resíduos, assoreamento resultante do desmatamento nas margens e falta de consciência ambiental”. Os fundamentos fornecidos incluíram o desenvolvimento urbano desordenado e a ausência de medidas eficazes de conservação ambiental na área.

A maioria dos estudantes achou difícil descrever como era o córrego no passado. Um número significativo destes propôs a necessidade de instituir programas de educação ambiental em escolas e comunidades, defender a reciclagem e o descarte adequado de resíduos, e de empreender iniciativas de reflorestamento ao longo das margens dos riachos.

Tais resultados demonstram a importância do papel da educação na compreensão das questões ambientais, que proporcione nas escolas espaços de sensibilização e capacitação de estudantes para uma tomada de consciência e ações concretas, aquisição de conhecimentos que permitam sua integração com a comunidade e a compreensão crítica da complexidade do mundo contemporâneo (Dajori *et al.*, 2016).

Constatou-se que, de modo geral, os estudantes compreenderam que a substância água possui a fórmula molecular H_2O , composta por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio, e que sua fórmula estrutural pode ser escrita como H-O-H. Além disso, observou-se que houve compreensão sobre a presença de ligações de hidrogênio entre as moléculas, caracterizadas como fortes interações intermoleculares que conferem à água suas propriedades físico-químicas, como elevada coesão, alta tensão superficial e grande capacidade térmica.

Diante das perguntas norteadoras (Atividades 3 e 4), um dos grupos acentuou que “a água serve como uma substância extremamente crucial para o corpo humano, contribuindo para sua composição e participando de diversos processos metabólicos. Sua aproximação sugere que, em um indivíduo adulto, 60% da massa corporal é composta por água. Quimicamente, a água é representada por moléculas de H_2O , unidas através de interações intermoleculares. Esses átomos distribuem elétrons de forma desigual, gerando uma polaridade caracterizada por cargas positivas e negativas”. Por outro lado, outro grupo ressaltou que “a água é indispensável não apenas para o corpo humano, mas também para o sustento da vida na Terra, assumindo um papel fundamental nos ecossistemas, na agricultura e na indústria”, conforme representada na Figura 5.

Constatou-se que, de modo geral, os estudantes compreenderam que a substância água possui a fórmula molecular H_2O , composta por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio, e que sua fórmula estrutural pode ser escrita como H-O-H. Além disso, observou-se que houve compreensão sobre a presença de ligações de hidrogênio entre as moléculas, caracterizadas como fortes interações

intermoleculares que conferem à água suas propriedades físico-químicas, como elevada coesão, alta tensão superficial e grande capacidade térmica.

Os alunos foram encarregados de investigar o conceito de bacias hidrográficas e de identificar a bacia que abrange o córrego Capão da Imbuia. Um dos grupos expôs que “uma bacia hidrográfica compreende um conjunto de territórios delineados pela divisão da água e drenados por um rio principal, seus afluentes e subtributários. A bacia hidrográfica é reconhecida como a entidade territorial para

organização e administração da água”. Outro grupo complementou a elucidação identificando a localização precisa do córrego Capão da Imbuia, situado na bacia do rio Iguaçu, e forneceu uma ilustração das bacias hidrográficas brasileiras.

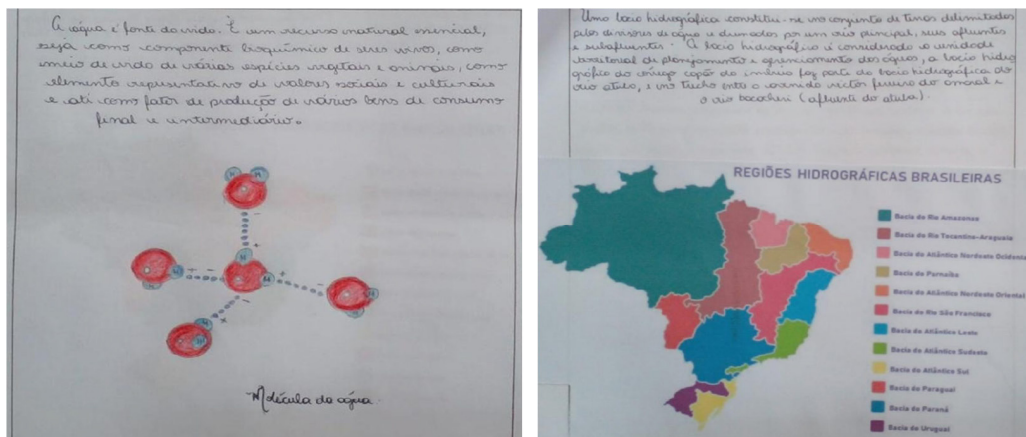


Figura 5. Realização da atividade 3 pelos estudantes ao longo do período letivo.

A maior parte dos estudantes conseguiu compreender o conceito de bacia hidrográfica e determinar a localização da bacia em que se encontra o córrego estudado. Isso contribuiu não apenas para a alfabetização científica, mas também levou os estudantes a mudarem a percepção que tinham em relação ao corpo d'água adjacente ao colégio, tratando-o, ao invés de uma vala, como córrego. Esse fato foi muito positivo, pois proporcionou uma maior conscientização sobre a necessidade de preservação dos recursos hídricos (Bergmann, 2008; Chassot, 2003).

Algumas representações das respostas dos estudantes podem ser vistas na Figura 5.

A terceira questão norteadora da Atividade 3 teve como objetivo enriquecer a compreensão dos estudantes sobre os rios brasileiros. Um dos grupos apresentou os resultados de uma avaliação realizada pela organização não governamental SOS Mata Atlântica sobre a condição dos rios brasileiros de 2020 a 2021, que indicava que de 130 locais monitorados, 95 (73,1%) exibiram qualidade média da água, 22 (16,9%) foram categorizados como de baixa qualidade e 13 (10%) foram considerados em boas condições. O outro grupo mostrou que vários rios brasileiros estão enfrentando um estado crítico devido à contaminação e ao desmatamento.

A reflexão referente aos dados pesquisados pelos estudantes permite a construção de uma consciência coletiva acerca dos problemas enfrentados pela sociedade. Neste sentido, a educação ambiental é um aprendizado voltado para a formação da consciência sobre a postura do homem em relação ao meio ambiente, informar e sensibilizar as pessoas sobre os problemas ambientais buscando novas soluções, transformando o indivíduo em participante nas decisões de sua comunidade. As questões referentes à poluição, degradação, aquecimento global têm sido temas centrais na estrutura da pedagogia ambiental. Isso

possibilita o desenvolvimento de uma consciência ética e ambiental ativa que é base da transformação social e cultural em direção à criação de uma geração sustentável (Barbosa *et al.*, 2018; Jacobi, 2003; Mishra *et al.*, 2021).

A quarta questão, por outro lado, teve como objetivo avaliar a capacidade dos estudantes em representar as fórmulas estruturais de alguns polímeros encontrados no seu cotidiano, bem como seu uso prático. Os grupos apresentaram as fórmulas moleculares e estruturais, além de suas aplicações. Entre os polímeros mencionados estavam: o Tereftalato de polietileno (PET) - $C_{10}H_8O_4$, utilizado predominantemente em garrafas e embalagens de alimentos. Polietileno (PE) - $(C_2H_4)_n$, presente em sacos plásticos e frascos de detergente. Cloreto de polivinil (PVC) - $(C_2H_3Cl)_n$, empregado em revestimentos de tubos e cabos. Polipropileno (PP) - $(C_3H_6)_n$, utilizado em embalagens e componentes automotivos. Poliestireno (PS) - $(C_8H_8)_n$, empregado em copos descartáveis e embalagens de alimentos.

Os estudantes destacaram o uso desses polímeros em aplicações cotidianas e observaram que os cinco polímeros

citados representam uma parcela significativa da produção global de plásticos, corroborando os dados relatados de Geyer *et al.* (2017). Dentre eles o PE, PP e PET se destacam, sendo responsáveis por 79% de toda a produção de plásticos do mundo.

Posteriormente, foi realizada uma análise sobre as repercussões socioambientais associadas ao descarte inadequado de plásticos. Dados do estudo de Geyer *et al.* (2017) mostram que, até 2015, cerca de 6300 Mt de resíduos plásticos foram gerados, dos

quais apenas 9% foram reciclados, 12% incinerados e 79% descartados em aterros ou no ambiente natural. Os grupos concordaram que o descarte inadequado de plástico leva a consequências socioambientais notáveis, incluindo poluição do corpo d'água, impactando a fauna e flora, promovendo o

A reflexão referente aos dados pesquisados pelos estudantes permite a construção de uma consciência coletiva acerca dos problemas enfrentados pela sociedade. Neste sentido, a educação ambiental é um aprendizado voltado para a formação da consciência sobre a postura do homem em relação ao meio ambiente, informar e sensibilizar as pessoas sobre os problemas ambientais buscando novas soluções, transformando o indivíduo em participante nas decisões de sua comunidade.

surgimento de ilhas de plástico nos oceanos e potencialmente infiltrando-se na cadeia alimentar, apresentando riscos à saúde humana.

Posteriormente, os estudantes reuniram-se com seus respectivos grupos e realizaram o preenchimento do questionário representado no Quadro 4 (Atividade 5), para organizar as etapas e o planejamento para a solução do desafio.

Ao comparar as respostas dos dois grupos, observamos diferentes abordagens e pontos de vista. Sobre como a quantidade de plásticos poderia ser reduzida na natureza, um dos grupos sugeriu que a redução dos plásticos na natureza pode ser alcançada por meio de campanhas de conscientização para redução do uso de plásticos descartáveis, aumento da reciclagem e adoção de políticas públicas que incentivem a utilização de materiais biodegradáveis. Essa visão é respaldada por estratégias políticas como a proposta pela Comissão Europeia para plásticos em uma economia circular, que enfatiza a redução de resíduos plásticos por meio da conscientização pública e de regulamentações específicas (European Commission, 2018).

Outro grupo escreveu que “a redução dos plásticos pode ser obtida através da substituição de plásticos por materiais alternativos, como bioplásticos e papel, além da implementação de sistemas de depósito e retorno para embalagens plásticas”. Estudos sobre a viabilidade de bioplásticos e sistemas de economia circular mostram que tais alternativas são promissoras para reduzir impactos ambientais, embora ainda demandem maior investimento em pesquisa e políticas de incentivo (Patel *et al.*, 2023).

Quando questionados sobre a definição química de plásticos, um dos grupos definiu plásticos como polímeros sintéticos formados pela polimerização de monômeros derivados do petróleo, destacando sua maleabilidade e resistência. Em contraste, o outro grupo definiu plásticos como macromoléculas constituídas por longas cadeias de polímeros que podem ser moldadas sob calor e pressão, ressaltando a diversidade química que permite uma vasta gama de propriedades e aplicações. Essa descrição está alinhada com conceitos fundamentais da química dos polímeros, que destacam a relação entre estrutura molecular, propriedades físicas e as inúmeras aplicações dos materiais plásticos (Sperling, 2015).

As propostas dos grupos para solucionar o problema da presença de materiais plásticos nos córregos estão alinhadas com os desafios ambientais identificados durante a visita diagnóstica. Um dos grupos propôs a utilização de “ecobarreiras, barreiras flutuantes em córregos e rios para capturar resíduos plásticos, além de tecnologias de sensores para monitorar a presença de plásticos na água”. A construção das ecobarreiras envolve o uso de materiais reciclados, como garrafas PET e galões, que garantem a flutuação das estruturas. Essa solução busca reduzir os impactos ambientais associados à presença de materiais plásticos nos córregos, como o aumento da velocidade de assoreamento, contaminação microbiana, desequilíbrio da flora e fauna, odores desagradáveis e alteração do sistema de circulação de água.

Corroborando a proposta dos estudantes, experiências práticas com ecobarreiras, instaladas no Igarapé do Coroadó, em Manaus, demonstram a eficácia dessas estruturas na contenção de resíduos sólidos flutuantes, contribuindo diretamente para a melhoria da qualidade ambiental local (Ferreira *et al.*, 2024). Essas iniciativas sustentáveis têm o potencial de minimizar os danos ambientais ao reter detritos antes que se espalhem por corpos d’água maiores.

Alguns ajustes podem ser feitos para aprimorar a eficiência da barreira, por exemplo utilizar garrafas PET e galões reciclados como base para as ecobarreiras. No entanto, é fundamental garantir a higienização adequada desses materiais para evitar a contaminação do ambiente aquático. Além disso, incorporar sistemas de fácil acesso para a remoção dos resíduos pode aumentar a eficácia da solução. Estudos realizados no arroio Bernardina, no Rio Grande do Sul, demonstraram que ecobarreiras feitas com materiais reciclados possuem uma vida útil significativa e podem ser eficazes, desde que recebam manutenção regular (Rekowsky, 2021). Ao implementar um sistema de monitoramento contínuo das ecobarreiras e a criação de protocolos claros para sua manutenção, incluindo a substituição de materiais desgastados, são medidas essenciais para garantir sua eficácia ao longo do tempo.

Eles também propuseram a “pesquisa e desenvolvimento de enzimas ou microrganismos capazes de degradar plásticos de maneira eficiente”. Essa abordagem biotecnológica tem sido objeto de pesquisas recentes, como o trabalho de Yoshida *et al.* (2016), que descrevem o uso de bactérias para degradar plásticos como o PET de forma mais sustentável.

Por sua vez, outro grupo propôs a implementação de uma “armadilha de lixo, constituída por uma rede de fibras de alta resistência posicionada estrategicamente à frente dos pontos de descarte de resíduos das cidades”. Essa rede tem como objetivo coletar o lixo sem obstruir a passagem da água, permitindo posterior remoção dos resíduos por pessoal designado para essa tarefa. A proposta busca interceptar os materiais plásticos antes que se espalhem pelo córrego, contribuindo para a redução da poluição e preservação dos ecossistemas aquáticos locais. Essa solução tecnológica é consistente com estudos que destacam a importância de barreiras físicas para a captura de resíduos em ambientes aquáticos como medida imediata de mitigação da poluição (Lamb *et al.*, 2018).

Corroborando a proposta dos estudantes, Linzner e Salhofer (2014) demonstram que armadilhas de resíduos em sistemas de drenagem urbana são eficazes na retenção de materiais sólidos, sem prejudicar o fluxo de água, constituindo uma solução prática e aplicável a diferentes contextos urbanos. A utilização de fibras de alta resistência na construção dessas armadilhas é uma escolha adequada para garantir a durabilidade da estrutura.

No entanto, é importante considerar o impacto ambiental dos materiais utilizados e optar por opções sustentáveis sempre que possível. Posicionar as armadilhas de lixo logo à frente dos pontos de descarte de resíduos nas cidades é uma

abordagem inteligente para interceptar os materiais antes que eles se espalhem pelos córregos.

Projetos como o CounterMEASURE, da ONU Meio Ambiente, sugerem o uso de ciência cidadã e tecnologia avançada para identificar pontos críticos de poluição e otimizar a localização de estruturas como essas, maximizando sua eficiência e impacto ambiental (UNEP, 2021). Envolver a comunidade local na manutenção das armadilhas e na conscientização sobre a importância da redução do descarte inadequado de resíduos é fundamental.

Ambas as propostas, representadas na Figura 6, apresentaram potencial para mitigar os problemas ambientais causados pela presença de materiais plásticos nos córregos urbanos. No entanto, são necessárias pesquisas adicionais para avaliar a viabilidade e impacto ambiental dessas soluções em diferentes contextos. O engajamento da comunidade e o apoio do poder público são fundamentais para a implementação bem-sucedida dessas tecnologias e para a promoção da sustentabilidade ambiental em áreas urbanas.

Momento 2: criação do artefato tecnológico

No 2º Trimestre (Momento 2), os estudantes foram orientados a construir uma maquete ou protótipo de tecnologia social, um artefato pedagógico que pudesse representar a solução do desafio proposto no 1º Trimestre (Momento 1), conforme indicado no documento do projeto de iniciação científica redigido por cada grupo (Atividade 6).

A Figura 7a apresenta a foto da “maquete das ecobarreiras”

planejada pelo Grupo 1, que utiliza garrafas PET e galões reciclados como elementos flutuantes. A estrutura das ecobarreiras parece robusta, bem planejada e eficiente, com um design que facilita a manutenção e a remoção dos resíduos. Elas estão bem representadas, ilustrando como o sistema pode ser implementado em redes de esgoto reais. A maquete também demonstra a instalação das ecobarreiras nos córregos para capturar resíduos flutuantes, prevenindo a contaminação da água e preservando os ecossistemas aquáticos.

As imagens da maquete do Grupo 2 mostram a “Armadilha de Lixo” em diferentes cenários de instalação (Figura 7b). A rede de fibras de alta resistência é detalhadamente representada, evidenciando como pode ser fixada nos pontos de descarte de resíduos. Além disso, as imagens destacam os sensores de monitoramento e o mecanismo de coleta, ressaltando a praticidade e a eficácia da proposta. A maquete ilustra claramente a funcionalidade da rede em capturar plásticos, sem

obstruir o fluxo da água.

Cada grupo apresentou soluções complementares que poderiam ser integradas em um plano mais robusto e abrangente. O protótipo/maquete do Grupo 1 e do Grupo 2 apresentam abordagens mais tecnológicas, integradas aos sistemas de esgoto e monitoramento, oferecendo uma solução sustentável e direta para a captura de resíduos nos córregos. A combinação dessas estratégias, juntamente com a pesquisa contínua sobre biodegradação e monitoramento, pode proporcionar resultados mais eficazes na redução e eventual eliminação de plásticos nos cursos d'água.

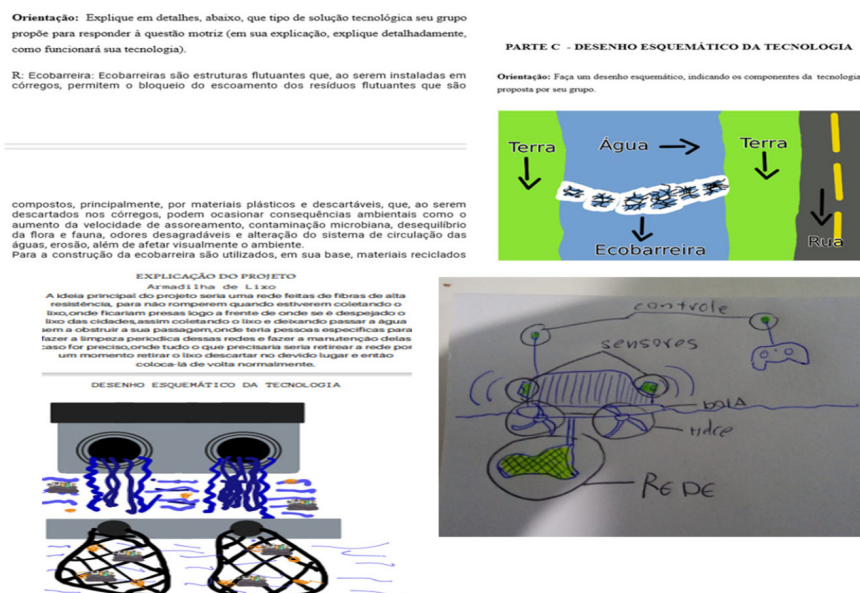


Figura 6. Algumas soluções propostas dos Projetos de Iniciação Científica desenvolvidos pelos estudantes.

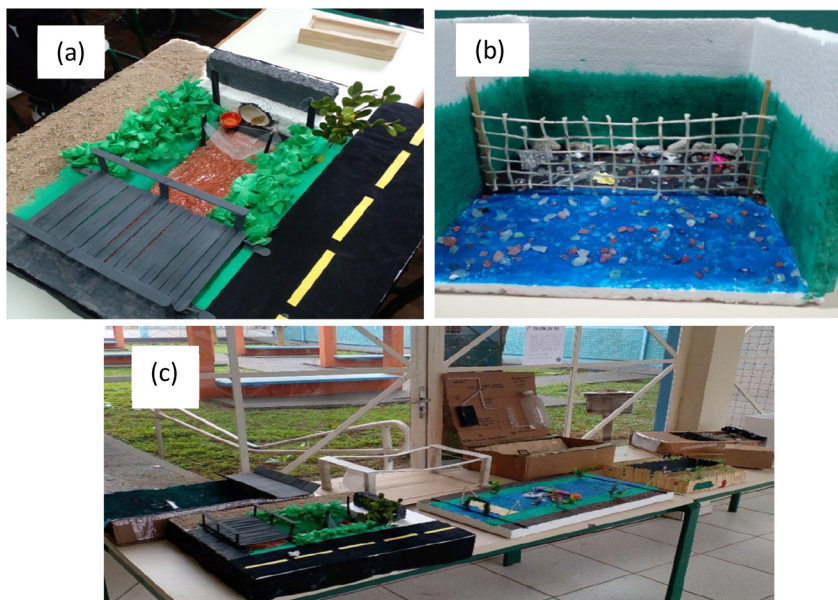


Figura 7. Criação de artefato tecnológico proposto dentro da metodologia ativa baseada em projetos por turmas do 2º ano. (a) Eco-barreiras (b) Armadilha de Lixo (c) Exposição de maquetes.

Ao término do projeto, os estudantes fizeram uma exposição com seus respectivos trabalhos (turma do 2º ano), juntamente com outras propostas realizadas em outras turmas, conforme representados na Figura 7c.

Atualmente, a educação científica é considerada uma necessidade social, pois permite que os conhecimentos adquiridos sirvam como subsídios para a participação dos cidadãos em debates sobre questões da ciência e da tecnologia, de forma que leve à busca por formas de intervenção nas decisões relativas à aplicação desses conhecimentos na sociedade. Muitos trabalhos recentes têm abordado o tema gerador “água” no ensino de Química, por ser um tema bastante promissor, no qual inúmeros conceitos químicos podem ser explorados, desde propriedades físico-químicas até aspectos culturais, sociais, ambientais e econômicos, como a má gestão dos recursos hídricos, enchentes e escassez de água. Ao associar o contexto aos conceitos químicos, contribui para a formação de um cidadão com pensamento crítico e reflexivo (Bacci e Pataca, 2008; Zuin *et al.*, 2009; Dias, 2016; Silva *et al.*, 2019; Foleis *et al.*, 2016; Marques e Xavier, 2018; Nagarajan e Overton, 2019; Dai *et al.*, 2020; Martins *et al.*, 2024; Coelho *et al.*, 2021).

Neste trabalho, o desenvolvimento da metodologia baseada em projeto, que abordou a temática poluição de rios e plásticos, tornou o processo educativo, de fato, centrado na aprendizagem do estudante. Nessa abordagem, o estudante torna-se um agente ativo, capaz de atuar e interferir nas diversas situações que permeiam a vida em sociedade, alcançando-se, assim, um ensino que

integra a contextualização, a investigação e a formação para o exercício da cidadania.

Conclusão

A aplicação da metodologia ativa ABP e as diferentes atividades propostas proporcionaram uma reflexão quanto aos fatores relacionados à preservação do córrego. Isso possibilitou que os estudantes adquirissem uma maior conscientização acerca da importância da preservação dos recursos hídricos, ao perceberem que o principal poluente nas adjacências do córrego Capão da Imbuia era o plástico. Ademais, observou-se uma mudança na percepção do corpo d’água analisado, que, antes visto como uma “vala”

passou a ser compreendido como um córrego, um recurso natural, o que sensibilizou os estudantes para a necessidade de preservação ambiental.

Os grupos de estudantes demonstraram desenvoltura e domínio dos conteúdos investigados ao apresentarem os artefatos pedagógicos, o que indicou que a aprendizagem foi significativa. Como resultado, notou-se um maior engajamento e participação dos estudantes nas aulas de Química. Diversas propostas foram idealizadas e projetadas, gerando discussões enriquecedoras entre

estudantes e professores, além de pesquisas e protótipos de soluções tecnológicas.

Embora nenhum projeto tenha sido implementado diretamente no córrego, a participação dos estudantes despertou neles, na comunidade escolar e em suas redes familiares, um

Os grupos de estudantes demonstraram desenvoltura e domínio dos conteúdos investigados ao apresentarem os artefatos pedagógicos, o que indicou que a aprendizagem foi significativa. Como resultado, notou-se um maior engajamento e participação dos estudantes nas aulas de Química. Diversas propostas foram idealizadas e projetadas, gerando discussões enriquecedoras entre estudantes e professores, além pesquisas e protótipos de soluções tecnológicas.

novo olhar sobre o córrego, ambiente integrado ao cotidiano desses indivíduos. Além disso, a participação no projeto incentivou uma postura científica, que puderam desempenhar ativamente este papel, idealizando e projetando um projeto tecnológico de Iniciação Científica, cada um em seu grupo, de acordo com suas habilidades e interesses. Dessa forma, o objetivo do projeto foi alcançado, trazendo a atenção da comunidade para a questão ambiental do córrego e promovendo uma conscientização coletiva sobre a importância da preservação dos recursos naturais.

Iago G. Costa (iago_gomes_costa@hotmail.com) é bacharel em Engenharia de

Petróleo pela Universidade Católica de Santos (UNISANTOS), licenciado em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), mestre em Engenharia Mecânica e doutor em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). **Maria C. S. Gomes** (ctrlmaria@gmail.com) é licenciada em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Atualmente é mestranda em Química de Materiais pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). **Gabriel J. Curti** (gabriel.curti@escola.pr.gov.br) é licenciado e bacharel em Química pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), mestre em Físico-Química e doutor em Ciências pela Unicamp. Possui MBA em Gestão da Aprendizagem Ativa na Educação Básica pela UniAmerica. Atualmente é professor QPM na rede estadual de ensino do Paraná. **Cristiane Pilissão** (pilissao@utfpr.edu.br) é bacharel em Química pela Universidade Federal de Santa Maria, licenciada em Química, mestra e doutora em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR – BR.

Referências

ALMULLA, M. A. The effectiveness of the project-based learning (PBL) approach as a way to engage students in learning. *Seating Open*, v. 10, n. 3, p. 1-15, 2020.

BACCI, D. C. e PATACA, E.M. Educação para a água, *Estudos avançados*, v. 22, n. 63, p. 211-227, 2008.

BARBOSA, N. A. P. e CORRÊA, T. H. B. Educação ambiental e consciência planetária: uma necessidade formativa. *Revista Eletrônica de Mestrado em Educação Ambiental*, v. 35, n. 2, p. 125-136, 2018.

BENDER, W. N.; HORN, M. G. S. e RODRIGUES, F. S. Aprendizagem Baseada em Projetos: Educação Diferenciada para o Século XXI. Porto Alegre: Editora Pensa, 2015.

BERGMANN, M. e PEDROZO, C. S. Explorando a bacia hidrográfica na escola: contribuições à educação ambiental. *Ciência & Educação*, v. 14, n. 3, p. 537-553, 2008.

BLUMENBERG, C.; MARTINS, R. C.; COSTA, J. C. e RICARDO, L. I. C. Is Brazil going to achieve the road traffic deaths target? An analysis about the sustainable development goals. *Injury Prevention*, v. 24, p. 250-255, 2018.

BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, LDB. 9394/1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm, acesso em jul. de 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, 2018. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>, acesso em jul. de 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica*. Brasília: MEC; SEB; DICEI, 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192, acesso em jul. de 2024.

CAIXETA, D. S.; CAMPOS, A. S.; GIRARD, P.; SOUZA, C. H. A.; SILVA, G. M. S.; MEDEIROS, E. C. e PORT, R. Quantificação de microplásticos de córrego urbano: um estudo de caso no córrego da Manga em Várzea Grande/Mato Grosso - Brasil. *Engineering and Science*, v. 13, n. 2, p. 1-9, 2023.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, n. 22, p. 89-100, 2003.

COELHO, L. R.; ANJOS, D. S. C. e ANJOS, V. H. A. A água como tema gerador do conhecimento químico: construindo um ensino-aprendizado contextual e cidadão no ensino de Química.

Revista Semiárido de Visu. v. 9, n. 3, p. 344-361, 2021.

COSGROVE, W. J. e LOUCKS, D. P. Water management: current and future challenges and research directions. *Water Resources Research*, v. 51, p. 4823-4839, 2015.

DAI, D.; SUN, M. e LEI, K. Evaluating water resource sustainability from the perspective of water resource carrying capacity, a case study of the Yongding River watershed in Beijing-Tianjin-Hebei region, China, *Environmental Science and Pollution Research*, v. 27, p. 21590-21603, 2020.

DAJORI, J. F.; GIASSI, M. G.; MACHADO, A. C. e MARTINS, M. C. Ambiente e cidadania: educação ambiental nas escolas. *Revista de Extensão*, v. 1, n. 1, p. 24-36, 2016.

DANTAS, M. S.; BARROSO, G. R. e OLIVEIRA, S. C. Performance of sewage treatment plants and impact of effluent discharge on receiving water quality within an urbanized area. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 193, p. 289-310, 2021.

SILVA, J. B. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: uma análise das condições necessárias. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 4, p. e09932803, 2020.

SOUZA, M. T. V.; SALES-SHIMOMOTO, V.; SILVA, S. G. e VALA, L. A. Microplastics and the Amazon: From the rivers to the estuary. *Química Nova*, v. 46, n. 6, p. 655-667, 2023.

SOUZA, J. A. e IBIAPINA, B. R. S. Contextualização no ensino de química e suas influências para a formação da cidadania. *Revista IFESciência*, v. 9, n. 1, p. 1-14, 2023.

DIAS, P. F. *O tema água no ensino de ciências: uma proposta didático-pedagógica elaborada com base nos três momentos pedagógicos*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

SANTOS, V. M. N. e COMPIANI, M. Formação de professores para o estudo do ambiente: Projetos escolares e a realidade socioambiental local. *Terra e Didática*, v. 5, n. 1, p. 72-85, 2009.

EL-NWSANT, R.; MAAROUF, I. e ABD EL-AAL, W. Water management as a vital factor for a sustainable school. *Alexandria Engineering Journal*, v. 58, n. 1, p. 303-313, 2019.

EUROPEAN COMMISSION. *A European strategy for plastics in a circular economy*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Bruxelas, 16 jan. 2018.

FERREIRA, J. S.; GONÇALVES, P. G. G. S. e PINHEIRO, E. C. N. M. A importância da ecobarreira na remoção de resíduos sólidos flutuantes nos Igarapés de Manaus-Estudo de caso: Igarapé do Coroadó. *Revista Foco*, v. 17, n. 10, e6575, p. 1-19, 2024.

- FOLEIS, B. L. M.; ISHIBA, L. F. L.; LIU, A. S. e MIRANDA JR., P. O tratamento de água no contexto do ensino de química. *Sinergia*, v. 17, n. 1, p. 70-73, 2016.
- FRAGA FILHO, C. A. D. Analysis of Brazilian plastic waste management in the global context and case study of the city of Vitória. *SSRN*, v. 8, p. 1-103, 2023.
- FREITAS, N. T. A. e MARIN, F. A. D. G. Educação ambiental e água: Concepções e práticas educativas em escolas municipais. *Nuances: Estudos sobre Educação*, v. 26, número especial 1, p. 234-253, 2015.
- GEYER, R.; JAMBECK, J. R. e LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made, *Science Advances*, v. 3, e17007822017, 2017.
- JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. *Cadernos de Pesquisa*, n. 118, p. 189-205, 2003.
- KUFEUGLU, S. SDG-6 Clean Water and Sanitation. In *book: Emerging Technologies, Value Creation for Sustainable Development*. Cham (Suíça): Springer Nature, 2022. p. 289-304.
- LAMB, J. B.; WILLIS, B. L.; FIORENZA, E. A.; COUCH, C. S.; HOWARD, R.; RADER, D. N.; TRUE, J. D.; KELLY, L. A.; AHMAD, A.; JOMPA, J. e HARVELL, C. D. Plastic waste associated with disease on coral reefs. *Science*, v. 359, n. 6374, p. 460-462, 2018.
- LALOR, S. B.; FERGUSON, T. e HO, C. Project-based learning for environmental sustainability action. *Southern African Journal of Environmental Education*. v. 36, p. 57-73, 2020.
- LIMA, G. B.; CRUZ, A. O.; MOREIRA, S. A. S.; COSTA, R. A.; BALDOTTO, J. B. e PINTO, W. P. Aprendizagem baseada em projeto aplicada nos sistemas de abastecimento de água: Um estudo de caso. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v. 14, n. 1, p. 88-100, 2023.
- LINO, F. A. M.; KAMAL, A. R. I. e CASTANEDA-AYARZO, J. A. Municipal solid waste treatment in Brazil: A comprehensive review. *Energy Nexus*, v. 11, p.100232-100246, 2023.
- LINZNER, R. e SALHOFER, S. Municipal solid waste recycling and the significance of informal sector in urban China. *Waste Management & Research*, v. 32, n. 9, p. 896-907, 2014.
- MARQUES, R. e XAVIER, C. Análise da alfabetização científica de estudantes numa sequência didática de educação ambiental no ensino de ciências. VI SINECT – Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2018, Ponta Grossa, PR. *Anais...*, 2018.
- MARTINS, M. L. L. P.; MAIA, M. L.; MORAIS, S. M. P.; BARBOSA, M. M.; QUINTELA, T. G.; MIRANDA, P. H. A.; GOMES FILHO, J. T.; FERREIRA FILHO, J. R. M.; ROCHA, M. V. S. e SOUZA, F. W. The teaching of environmental chemistry using investigative experimentation on the theme of water pollution in wells. *Lumen et Virtus*, v. 15, n. 41, p. 5620-5646, 2024.
- MENDES, A.; GONÇALVES, É. V.; FRÂNCICA, L. S.; CORREIA, L. B. C.; NICOLA, J. V. N.; PESTANA, A. C. Z.; MEDEIROS, F. V. S.; SOUZA, W. E.; INEU, R. P. e PERON, A. P. Quality of natural waters surrounding Campo Mourão, State of Paraná, Southern Brazil: Water resources under the influences from urban and agricultural activities. *Water Air Soil Pollution*, v. 231, p. 415-425, 2020.
- MISHRA, B. K.; KUMAR, P.; SARASWAT, C.; CHALRABORTY, S. e GAUTAM, A. Water Security in a Changing Environment: Concept, Challenges and Solutions. *Water*, v. 13, n. 4, p. 490-511, 2021.
- MOREIRA, M. R.; KASTRUP, É.; RIBEIRO, J. M.; CARVALHO, A. I. e BRAGA, A. P. O Brasil rumo a 2030? Percepções de especialistas brasileiros(as) em saúde sobre o potencial de o País cumprir os ODS? *Saúde Debate*, v. 43, n. 7, p. 22-35, 2019.
- MUNEROL, F.; AVANZI, F.; PANIZZA, E.; ALTAMURA, M.; GABELLANI, S.; POLO, L.; MANTINI, M.; ALESSANDRI, B. e FERRARIS, L. Water and Us: tales and hands-on laboratories to educate about sustainable and nonconflictual water resources management. *Geoscience Communication*, v. 7, p. 1-15, 2024.
- NAGARAJAN, S. e OVERTON, T. Promoting Systems Thinking Using Project- and Problem-Based Learning. *Journal Chemical Education*, v. 96, p. 2901-2910, 2019.
- OBAIDEEN, K.; SHEHATA, H. N.; SAYED, A. E. T.; ABDELKAREEMA, M. A.; MAHMOUDD, M. S. e OLABI, A. G. The role of wastewater treatment in achieving sustainable development goals (SDGs) and sustainability guideline. *Energy Nexus*, v. 7, p.100112-100131, 2022.
- OLIVEIRA, J. V. A.; SOUZA, R. L. e TEIXEIRA, A. Z. A. Aprendizagem baseada em projetos em práticas pedagógicas na educação profissional. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 9, n. 6, p. 1715-1731, 2023.
- OLIVEIRA, S. L.; SIQUEIRA, A. F. e ROMÃO, E. C. Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino Médio: Estudo comparativo entre métodos de ensino. *Bolema*, v. 34, n. 67, p. 764-785, 2020.
- OMER, N. Examination of digital parenting awareness of the primary school students' parents during the Covid-19 Pandemic. *Pegem Journal of Education and Instruction*, v. 11, n. 2, p. 58-71, 2021.
- ONU. Organização das Nações Unidas. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. As Nações Unidas no Brasil. 2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>, acesso em jan. de 2024.
- PATEL, B.; TOKSHA, B. e GUPTA, P. Sustainable Biodegradable and Bio-based Polymers. In: *Handbook of Sustainable Materials: Modelling, Characterization, and Optimization*. Boca Raton (FL, EUA): CRC Press, 2023.
- PEREIRA, A. S. M. Apresentação do volume 3 número 1. *Ensino Em Perspectivas*, v. 3, n. 1, p. 1-42, 2022.
- PARANÁ. Referencial Curricular do Paraná. Curitiba: SEED. 2021. Disponível em: <http://www.referencialcurricularoparana.pr.gov.br/>, acesso em dez. de 2024.
- REKOWSKY, R. C. *Instalação de uma ecobarreira no arroio Bernardino no município Soledade/RS*. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2021. Disponível em: <https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/handle/123456789/2235>, acesso em 20 fev. 2026.
- SAAD, A. e ZAINUDIN, S. A review of project-based learning (PBL) and computational thinking (CT) in teaching and learning. *Learning and Motivation*, v. 78, p. 101802-101814, 2022.
- SANTOS, E. A educação como direito social e a escola como espaço protetivo de direitos: Uma análise à luz da legislação educacional brasileira. *Educação-Pesquisa*, v. 45, e184961-e184987, 2019.
- SHARMA, R. e KATOCH, O. R. Analysis of the targets and progress toward Meeting the 2030 Sustainable Development Goal -6 on Clean Water and Sanitation: Evidence from India. *South Asian Journal of Social Studies and Economics*. v. 15, n. 2, p. 16-26, 2022.

SILVA, T. P.; SIMÕES NETO, J. E. e TOMAZ, P. F. A água e o ensino de Química: Proposta baseada na resolução de situações-problema para o conteúdo polaridade. *Revista Ciências & Ideias*, v. 10, n. 2, p. 132-149, 2019.

SOUZA, S. C. e DOURADO, L. Aprendizagem baseada em problemas (ABP): Um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. *HOLOS*, v. 5, p. 182-200, 2015.

SPERLING, L. H. *Introduction to physical polymer science*. Hoboken (NJ, EUA): John Wiley & Sons, 2015.

UNEP. United Nations Environment Programme. *How a source-to-sea approach can curb the threat of plastic pollution*. 15 dez. 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/how-source-sea-approach-can-curb-threat-plastic-pollution>, acesso em 20 fev. 2026.

VERÓL, A. P.; LOURENÇO, I. B.; FRAGA, J. P. R.; BATTEMARCO, B. P.; MERLO, M. L.; MAGALHÃES, P. C. e MIGUEZ, M. G. River restoration integrated with sustainable urban water management for resilient cities. *Sustainability*, v.

12, n. 11, 4677-4683, 2020.

YOSHIDA, S.; HIRAGA, K.; TAKEHANA, T.; TANIGUCHI, I.; YAMAJI, H.; MAEDA, Y.; TOYOHARA, K.; MIYAMOTO, K.; KIMURA, Y. e ODA, K. A bacterium that degrades and assimilates poly (ethylene terephthalate). *Science*, v. 351, n. 6278, p. 1196-1199, 2016.

WAHBEH, D. G.; NAJJAR, E. A.; SARTAWI, A. F.; ABUZANT, M. e DAHER, W. The role of project-based language learning in developing students' life skills. *Sustainability*, v. 13, n. 12, p. 6518-6532, 2021.

ZHANG, L. e MA, Y. A. A study of the impact of project-based learning on student learning effects: A meta-analysis study. *Frontiers in Psychology*, v. 14, p. 1202728-1202742, 2023.

ZUIN, V. G; IORIATTI, M. C. S. e MATHEUS, C. E. O emprego de parâmetros físicos e químicos para a avaliação da qualidade de águas naturais: Uma proposta para a educação química e ambiental na perspectiva CTSA. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 1, p. 1-6, 2009.

Abstract: *From ditch to stream: transforming environmental perception through project-based learning in Chemistry education.* Water pollution in urban rivers is a significant problem in many Brazilian cities. To face this challenge, various initiatives aim to reduce or inadequate disposal of pollutants and minimize waste water, as recommended by the sixth Sustainable Development Goal of the ONU. In the school context, the Project-Based Learning (PBL) methodology is an effective approach, involving students in authentic projects promoting sustainable development. In this work, PBL was applied to the Pedagogical Residency Program (CAPES/MEC) with a 2nd year course of secondary education. Addressing the problem of pollution in the stream Capão da Imbuia, adjacent to the school. Students were divided into groups to create initiatives that reduce improperly discarded waste plastics. The project increased and engaged the students in Chemistry classrooms and raised the school community's awareness about the area's environmental issues.

Keywords: water pollution, sustainable development, project-based methodology