



APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA COMPREENSÃO DE QUESTÕES AMBIENTAIS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA EM ENGENHARIA QUÍMICA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6005

Autores: CLAIRON LIMA PINHEIRO

Resumo: As DCNs das Engenharias de 2019 citam que o curso Engenharia deve proporcionar aos seus egressos competências gerais, como: `formular e conceber soluções desejáveis de engenharia`; `analisar sistemas, produtos, componentes ou processos`; `comunicar-se eficazmente` nas diversas formas; `trabalhar e liderar equipes`; `aprender de forma autônoma e lidar com situações complexas atualizando-se em relação aos avanços da ciência, tecnologia e da inovação`. Neste contexto, em um componente curricular do 10º período de um Curso de Engenharia Química, utilizou-se a Aprendizagem Baseada em Problemas para compreender problemas ambientais e propor soluções do ponto de vista dessa Engenharia. A turma foi dividida em 6 equipes com 4 participantes e foram apresentados assuntos atuais e relevantes: Microplásticos, Resíduos Eletrônicos e à Poluição Atmosférica. Os estudantes avaliaram que a metodologia aplicada foi adequada e geraram 6 artigos, dos quais 1 já foi publicado e 2 serão submetidos.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas, Engenharia Química, Questões Ambientais

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA COMPREENSÃO DE QUESTÕES AMBIENTAIS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA EM ENGENHARIA QUÍMICA

1 INTRODUÇÃO

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs da Engenharia), em seu art. 3º, cita que o egresso deve compreender, entre outras, as seguintes características: “ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia” e “atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável”. Além disso, o curso de graduação em Engenharia deve proporcionar que seus egressos sejam capazes de utilizar técnicas de observação, compreensão, registro e análise de necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos (Brasil, 2019).

Neste sentido, em um componente curricular pertencente ao 10º período de um Curso de Engenharia Química e ofertado no período de agosto a dezembro de 2024, os estudantes foram divididos em 6 equipes com 4 participantes, em que eles foram apresentados a assuntos atuais e relevantes da Engenharia Química (Microplásticos, Resíduos Eletrônicos e Poluição Atmosférica).

O estudante de 10º período de um curso de Engenharia Química deve apresentar uma maturidade profissional adequada. Ao ingressarem neste período letivo, uma grande parte da turma já realizou atividades de iniciação científica e extensão durante sua formação, assim como muitos estão finalizando o estágio supervisionado em indústrias do Pólo Industrial da cidade.

Os parágrafos a seguir apresentam algumas informações relacionadas aos problemas ambientais abordados no componente curricular.

Os Microplásticos podem ser definidos como partículas de polímeros orgânicos sintéticos com tamanho inferior a 5 mm, conforme proposto pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) em 2009 e, desde então, a maioria das publicações tem adotado como referência (Andrady, 2011; Arthur; Baker; Bamford, 2009; Montagner, 2021).

Os microplásticos são onipresentes no ambiente e são classificados como contaminantes emergentes. Seus potenciais riscos aos seres vivos, bem como os níveis da contaminação em diferentes compartimentos ambientais precisam ser mais bem elucidados. Por isso, essa nova classe de contaminantes tem sido foco de pesquisas no mundo todo (Richardson; Kimura, 2016, 2020; Montagner, 2021).

Atualmente, os microplásticos são reconhecidos como uma das principais fontes de poluição ambiental, e sua presença tem sido documentada em locais remotos, como a Antártica (Lima, 2024). Assim, a crescente conscientização sobre os microplásticos tem levado a esforços globais para compreender melhor suas fontes, trajetórias e efeitos, bem como para desenvolver estratégias de mitigação e políticas públicas visando reduzir sua produção e liberação no ambiente.

O consumo de equipamentos eletrônicos resulta no aumento de descarte de resíduos eletrônicos (REEE) (Ramesh et al., 2023), o que se agrava ainda mais por conta de práticas como obsolescência programada, que visam reduzir a vida útil de produtos eletroeletrônicos com o intuito de induzir o consumidor a ter necessidade de adquirir um produto substituto com maior frequência (Santos et al., 2021; Santoso et al. 2019).

Os processos de reciclagem de resíduos eletrônicos consistem na sistematização das etapas de coleta do lixo, processo de pré-tratamento e de recuperação do metal. No processo de pré-tratamento, o resíduo eletrônico é desmontado, passando por etapas de dessoldagem, redução de tamanho e fracionamento. Na recuperação, por sua vez, as suas frações metálicas são submetidas ao processo de recuperação que podem incluir métodos pirometalúrgicos, hidrometalúrgicos e bio-hidrometalúrgicos, abordagens que se mostraram eficientes na recuperação de metais destes materiais (Nithya et al., 2020).

A poluição atmosférica é um dos problemas ambientais mais críticos que resultam da atividade antrópica, ou seja, das ações humanas sobre o meio ambiente. De acordo com Rubira (2016), a degradação ambiental altera o equilíbrio ecológico, levando a crises ambientais severas. Isso transforma áreas antes preservadas em regiões de risco, comprometendo a qualidade de vida humana e a integridade dos ecossistemas. A poluição atmosférica, em especial, é considerada uma das formas mais prejudiciais de degradação, afetando tanto o meio ambiente quanto a saúde pública (Torres et al., 2020).

Os impactos da poluição atmosférica podem ser percebidos de maneira local e regional. Localmente, as áreas próximas às fontes poluidoras enfrentam problemas como a deterioração da qualidade do ar e efeitos adversos no clima e na saúde humana. Esses impactos ocorrem em áreas geográficas restritas e se manifestam rapidamente. Por outro lado, efeitos regionais, como as chuvas ácidas, podem afetar vastas áreas, ultrapassando fronteiras e causando danos em ecossistemas distantes (Da Luz Lima; Farias; Da Luz Lima, 2012). Tecnologias emergentes, como filtros de partículas e lavadores de gases, podem ser exploradas como potenciais soluções para mitigação, sendo analisadas por meio de artigos técnicos e estudos de caso na indústria. Esta abordagem garante um panorama abrangente e diversificado sobre o tema, permitindo identificar os principais desafios e soluções no controle da poluição atmosférica.

No contexto do ensino da Engenharia Química, visando compreender problemas ambientais para proposta e aplicação de soluções, utilizou-se a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ou *Problem-based Learning* (PBL) para que os estudantes: (i) compreendam os problemas apresentados; (ii) pesquisem soluções do problema disponíveis na literatura e; (iii) proponham uma solução ambiental do ponto de vista da Engenharia Química.

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem que busca desenvolver de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais por meio de atividades em equipe (Borochovcicius; Tassoni, 2021).

A ABP fundamenta-se na apresentação de problemas complexos e realistas que os estudantes devem resolver coletivamente, promovendo um aprendizado mais ativo e centrado no aluno (De Lima et al., 2024).

Assim, aplicando a ABP, o estudante de Engenharia Química adquire a habilidade de desenvolver soluções eficazes para problemas complexos, que é uma das principais responsabilidades dos engenheiros no ambiente de trabalho. Essa habilidade demanda conhecimento da teoria e da capacidade de aplicar criticamente o conhecimento adquirido (Lima et al., 2024).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi apresentar o impacto da aprendizagem baseada em problemas na compreensão de questões ambientais relatando a experiência em um curso de Engenharia Química.

2 METODOLOGIA

A natureza da tipologia de pesquisa aplicada foi de Pesquisa Aplicada com abordagem mista (quantitativa e qualitativa) com objetivo de explicar, compreender e buscar soluções para problemas ambientais. Para tanto, os procedimentos técnicos adotados foram: pesquisa bibliográfica (baseada em publicações) e pesquisa de levantamento (coleta de dados dos alunos da turma para descrever suas opiniões).

Neste sentido, considerando que o objetivo do componente curricular pertencente ao 10º período do Curso de Engenharia Química analisado foi fazer com que os alunos aplicassem os conhecimentos da Engenharia Química na solução de problemas ambientais, tendo-se como objetivos específicos, que os alunos fossem capazes de: (i) Identificar o problema ambiental; (ii) Analisar as soluções tecnológicas disponíveis para resolver o problema ambiental; (iii) Propor uma solução para o problema ambiental e; (iv) Redigir artigos a partir da síntese de informações.

Para a implementação da metodologia ABP no componente curricular, realizaram-se 5 etapas com questões norteadoras para auxiliar os estudantes, onde as etapas 1 a 4 estão relacionadas à Pesquisa Bibliográfica, enquanto a Etapa 5 relacionada à Pesquisa de Levantamento:

:

ETAPA 1: IDENTIFICAÇÃO E APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA:

- Por que os problemas apresentados são problemas ambientais?
- Quais problemas (sócio-econômico-ambiental) esses problemas?
- Quais os dados estatísticos relacionados ao problema?
- Quais as origens e fontes do problema?

ETAPA 2: ANÁLISES E SOLUÇÕES DO PROBLEMA PELA LITERATURA;

- Como o problema em questão é qualificado e identificado?
- Quais são as tecnologias utilizadas para resolver este problema?
- Dentre as tecnologias usadas, quais são as 3 mais aplicadas? Justifique.
- Dentre essas 3 tecnologias, escolha uma para estudar e apresentar na disciplina.

ETAPA 3: PROPOSTA DE SOLUÇÃO DA EQUIPE:

- Explique e apresente como funciona a tecnologia ou processo para resolver o problema.
- Especifique informações relacionadas com a Engenharia Química, tais como: equipamentos, utilidades, balanços de massa e energia, fluxos de massa, fluxos de calor, custos envolvidos (análise econômica), entre outros.

ETAPA 4: ENTREGA DE ARTIGO FINAL.

ETAPA 5: QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO DOS ESTUDANTES.

Os estudantes foram divididos em 6 equipes com 4 participantes em cada, ficando a distribuição de temas da seguinte maneira:

- Equipe 1: “Microplásticos em Matriz Aquosa: corpos hídricos e consumo humano”;
- Equipe 2: “Microplásticos em Sedimentos de Rios”;

- Equipe 3: “Análise dos Impactos relacionados à Produção e Consumo de Carros Elétricos: Impactos desde a Mineração até o Descarte Adequado e Impactos do Descarte Inadequado”;
- Equipe 4: “Análise dos Impactos relacionados à Produção Lixo Eletrônico: Impactos desde a Mineração até o Descarte Adequado e Impactos do Descarte Inadequado”;
- Equipe 5: “Poluição Atmosférica a Nível Local e Regional”.
- Equipe 6: “Poluição Atmosférica a Nível Global”.

A formação das equipes foi definida pelos próprios estudantes. Porém, um dos quatro membros de cada equipe foi definido como Líder da sua equipe pelo professor da disciplina. Esse líder era responsável por coordenar as atividades da equipe, distribuir responsabilidades e realizar as entregas.

A forma de avaliação baseou-se em apresentações ao final de cada etapa com entregas incrementais de um artigo e a entrega da versão final desse artigo. As apresentações de 10 minutos foram feitas presencialmente e os arquivos entregáveis (parciais do artigo para avaliação) eram entregues por meio de turma criada no Google Classroom® (a IES do curso disponibiliza uso de serviços do Google aos seus professores).

O artigo foi uma revisão sistemática da literatura sobre os temas escolhidos e utilizou-se o template de trabalho completo do IV Web Encontro Nacional de Engenharia Química (WENDEQ, 2024) para aplicação de normas e formatação.

O componente curricular teve 60 horas-aula, divididas em 15 aulas de 4 horas-aula. Durante cada aula, o professor acompanhou o andamento das atividades e auxiliou os estudantes quando haviam dificuldades.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas etapas 1 a 3, os estudantes realizaram apresentações de 10 minutos, entregaram arquivos de apresentação e fizeram a entrega de partes do artigo. Em cada aula, o professor fazia as seguintes perguntas aos líderes para coleta de feedbacks:

- As atividades previstas foram realizadas?
- Os participantes da equipe estão contribuindo?
- Há conflitos? Se houver, como é administrado?

Assim, alguns dos feedbacks coletados foram:

- *“Eu e minha equipe nos reunimos para definir o escopo inicial e tópicos do artigo e fizemos a divisão dos conteúdos, iniciamos as pesquisas e discussões sobre o tema estabelecido e estamos realizando o acompanhamento das atividades que estão sendo realizadas...”;*
- *“Eu e meu grupo decidimos pesquisar as referências a respeito do tema e nos dividimos para responder as questões usando o modelo do plano de ensino. Até então temos a primeira parte.”;*
- *“Depois da orientação de seguirmos com o biodegradável, nos separamos pra cada um trazer ao menos 1 bibliografia sobre o assunto, para termos embasamento bom da metodologia, e 1 bibliografia de outra tecnologia para que possamos responder as demais perguntas e também apresentarmos outras alternativas. Em sequência, terminaremos o arquivo e colocaremos no template”.*

Além disso, nas apresentações, 2 dos 4 membros de cada equipe deveriam apresentar, porém o professor fazia um sorteio para definir os apresentadores de cada dia. Assim, todos os membros da equipe precisavam participar efetivamente das atividades e estarem preparados para apresentar.

Na etapa 4, os estudantes entregaram a versão final do artigo, contendo todas as ponderações e correções solicitadas pelo professor.

Para a publicação dos artigos, o professor solicitou ao líder de cada equipe que este consultasse a mesma quanto à autorização para publicar o artigo. Desta forma, das 6 equipes, 3 autorizaram a publicação.

Um artigo intitulado “Do chip ao lixo: um estudo sobre os impactos da produção e descarte de equipamentos eletrônicos” (Da Silva et al., 2025) foi publicado como Capítulo no Livro “Economia Circular: Princípios e Práticas de Sustentabilidade” em março de 2025.

Outros dois trabalhos serão publicados em eventos científicos durante o ano de 2025.

A etapa 5 (questionário de opinião dos estudantes) foi realizada ao final da disciplina. Para tanto, utilizou-se a ferramenta Google Forms® para aplicação das seguintes perguntas:

1. A ementa da disciplina atendeu às suas expectativas quanto aos temas abordados sobre problemas ambientais? (Sim/Não/Em parte);
2. Os objetivos da disciplina foram claros e você considera que alcançou os conhecimentos esperados? (Sim/Não/Em parte);
3. A divisão da disciplina em etapas facilitou a compreensão dos conteúdos e a realização das atividades? (Sim/Não/Em parte);
4. A metodologia utilizada (apresentações, trabalhos em grupo, etc.) foi adequada para o aprendizado dos conteúdos? (Sim/Não/Em parte);
5. Os critérios de avaliação foram claros e compreensíveis? (Sim/Não/Em parte);
6. A escolha dos temas pelos grupos foi satisfatória? (Sim/Não/Em parte);
7. As ferramentas e recursos utilizados para a realização das atividades foram suficientes e adequados? (Sim/Não/Em parte);
8. A carga de trabalho da disciplina foi considerada adequada? (Muito alta/Alta/Adequada/Baixa/Muito baixa);
9. O que você mais gostou na disciplina? (Resposta aberta);
10. O que você menos gostou na disciplina e o que poderia ser melhorado? (Resposta aberta).

Assim, dos 24 estudantes, 15 responderam (62,5% de respondentes). A Tabela 1 apresenta os resultados das Perguntas 1 a 7.

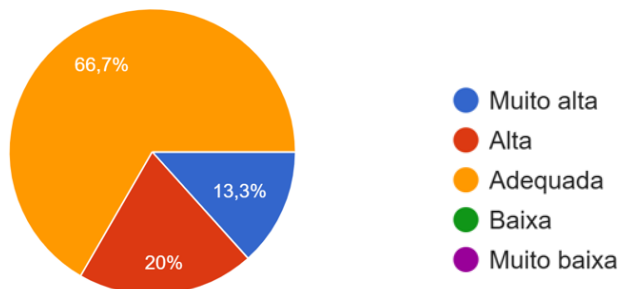
Tabela 1 – Respostas das Perguntas 1 a 7 do questionário de opinião dos estudantes.

N	PERGUNTA	SIM (%)	NÃO (%)	EM PARTE (%)
1	A ementa da disciplina atendeu às suas expectativas quanto aos temas abordados sobre problemas ambientais?	86,7	0,0	13,3
2	Os objetivos da disciplina foram claros e você considera que alcançou os conhecimentos esperados?	53,3	33,3	13,3
3	A divisão da disciplina em etapas facilitou a compreensão dos conteúdos e a realização das atividades?	80,0	0,0	20,0
4	A metodologia utilizada (apresentações, trabalhos em grupo, etc.) foi adequada para o aprendizado dos conteúdos?	60,0	0,0	40,0
5	Os critérios de avaliação foram claros e compreensíveis?	86,7	0,0	13,3
6	A escolha dos temas pelos grupos foi satisfatória?	53,3	13,3	33,3
7	As ferramentas e recursos utilizados para a realização das atividades foram suficientes e adequados?	66,7	0,0	33,3

Fonte: autoral.

A partir da Tabela 1, pode-se afirmar que para os estudantes os conteúdos, objetivos, a divisão de atividades em etapas, a metodologia utilizada, os critérios de avaliação, as ferramentas e os recursos utilizados foram adequados, suficientes, satisfatórios e atenderam às suas expectativas. Além disso, para 10 dos 15 estudantes respondentes, a carga horária do componente curricular foi adequada (pergunta 8), enquanto que para 5 deles a carga horária foi considerada alta ou muito alta, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Gráfico de distribuição das respostas da Pergunta 8.



Fonte: autoral.

O Quadro 1 apresenta as respostas relativas à pergunta 9, “O que você mais gostou na disciplina? (Resposta aberta)”. Assim, a partir das respostas, pode-se destacar que dos 15 estudantes respondentes: 6 gostaram da Metodologia Aplicada, 4 da experiência de escrever um artigo, 3 dos Temas e 1 do Trabalho em Equipe.

Quadro 1 – Respostas e destaques da Pergunta 9.

O que você mais gostou na disciplina? (Resposta aberta);	Destaque
A experiência de escrever um artigo em grupo, nunca havia feito algo parecido.	Artigo (4 estudantes)
A experiência de escrever um artigo técnico	
Possibilidade de publicação no final da disciplina.	
Interessante a possibilidade de realizar publicações acadêmicas, além de aprendizado quanto ao assunto e ser produtivo.	
Das dinâmicas	Metodologia aplicada (6 estudantes)
A clareza nas etapas	
Gostei da forma como foi dividida as etapas, não sobrecarregou a equipe com atividade. Também gostei que foram apenas 10 minutos de apresentação, assim não ficou cansativo e sim muito interessante as apresentações. Na minha opinião, a disciplina foi ministrada da melhor forma possível.	
Divisão das entregas em etapas	
A dinâmica de aprendizado foi diferente e os feedback envolvente.	
O que mais gostei foi a transferência da responsabilidade do desenvolvimento da disciplina para nós alunos. Com isso, houve uma maior flexibilidade em relação ao desenvolvimento do trabalho proposto, sendo crucial em um período em que a maior parte da turma desenvolvia o TCC.	
A organização de entregas	Temas (3 estudantes)
Foi bom entender a importância dos tópicos abordados para o meio ambiente e a engenharia química, e tbm a flexibilidade dos horários para fazermos em grupo.	
Poder conhecer os problemas ambientais inerentes e poder ter uma visão crítica de como podemos ajudar e contribuir com o meio ambiente.	

Os temas abordados são bastante relevantes.	
Realização de trabalho em equipe abordando todos os tópicos do curso	Trabalho em Equipe (1 estudante)

Fonte: autoral.

O Quadro 2 apresenta as respostas relativas à pergunta 10, “O que você menos gostou na disciplina e o que poderia ser melhorado? (Resposta aberta)”. Assim, a partir das respostas, pode-se destacar que dos 15 estudantes respondentes: 9 não gostaram de parte Metodologia Aplicada, 4 dos Temas e 2 não fizeram observações.

Quadro 2 – Respostas e destaques da Pergunta 10.

O que você menos gostou na disciplina e o que poderia ser melhorado? (Resposta aberta).	Destaque
Carga de trabalho excessiva	Metodologia aplicada (9 estudantes)
Poderia ter mais tempo de apresentação (10-15 min), os feedbacks poderiam ser mais assertivos e durante as etapas. Também a definição do template e do modo de botar etapas poderia ser melhor desde o início.	
Poderia ter mais tempo de apresentação, feedbacks mais elaborados, os assuntos ficaram muito abrangentes para encontrar soluções, poderia colocar assuntos mais específicos.	
Sorteio das apresentações	
A disciplina em si ter sido mais um "faz revisão bibliográfica e apresenta". Acho que a disciplina devia ser algo não visto antes em matérias anteriores, algo novo em que finalistas possam se interessar de fato.	
Escolha dos temas.	
Meu grupo e eu tivemos certa dificuldade de compreender a metodologia ao início. Ao fim, se tivéssemos claro qual seria o objetivo final de resolução, seríamos mais assertivos nas etapas iniciais. Talvez seja interessante um brainstorm inicial na matéria para já vislumbrar uma possível resolução ao problema. Outro ponto que seria interessante seria a possibilidade do grupo escolher um tema dentre possibilidades de temas.	
As apresentações em slides pareceram antiquadas para como foi proposto a disciplina. Ao invés de apresentações, seria melhor uma outra forma de apresentar o andamento. Por exemplo na forma de braistorm. Assim envolveria mais os outros grupos a estudarem os outras temas, e não se limitarem ao próprio tema. A nota seria somente o artigo e as aulas acompanhamentos.	Sem observações (2 estudantes)
Creio que pelo fato da maioria da turma está finalizando a faculdade, não tivemos muita dedicação aos artigos, acho que poderia tentar outra abordagem.	
Gostei da disciplina e não identifiquei nenhum ponto a ser melhorado.	
Não consigo pensar em nada, adorei tudo sobre como a disciplina foi desenvolvida.	
Abordar apenas o tema ambiental (não sei se a disciplina é focada nisso), mas acredito que poderiam haver temáticas mais abrangentes de forma que cada grupo ficaria com um tema diferente referente à EQ.	Temas (4 estudantes)
Acho que os temas ficaram um pouco parecido o que acabou se tornando algo repetitivo.	
O aspecto que menos me chamou atenção foi a divisão de temas. Em conversas com alguns alunos, talvez fosse mais interessante se cada grupo tivesse ficado com temáticas mais diversificadas.	
A divisão dos temas.	

Fonte: autoral.

No contexto dos feedbacks dados pelos estudantes por meio das perguntas do questionário, o planejamento da próxima oferta do componente curricular considerará os pontos positivos, negativos e sugestões de melhorias apontadas.

A discussão a seguir busca identificar pontos relevantes para o aprimoramento da disciplina.

Aspectos Positivos Observados:

- **Relevância Temática:** A abordagem de temas como microplásticos, resíduos eletrônicos e poluição atmosférica demonstrou alinhamento com as expectativas dos alunos. A maioria (86,7%) considerou a ementa satisfatória em relação aos temas ambientais, indicando a pertinência da escolha para a formação em Engenharia Química.
- **Estruturação em Etapas:** A divisão da disciplina em etapas (identificação do problema, análise da literatura, proposta de solução e artigo final) foi avaliada positivamente por 80% dos alunos, que consideraram a estrutura facilitadora para a compreensão e execução das atividades.
- **Crêterios de Avaliação:** A clareza dos critérios de avaliação obteve aprovação de 86,7% dos respondentes, o que contribuiu para a transparência do processo avaliativo.
- **Produção Científica:** A elaboração do artigo científico proporcionou uma experiência prática relevante, destacada por alguns alunos. A possibilidade de publicação (autorizada por três equipes) incentivou o rigor na pesquisa e aprimorou a produção acadêmica.
- **Metodologia ABP (Aspectos Positivos):** A metodologia ABP em si foi avaliada positivamente por alguns alunos, indicando um impacto positivo da abordagem ativa. A dinâmica de sorteio para as apresentações incentivou a participação e a preparação de todos os membros das equipes.

Pontos a Considerar para Aprimoramento:

- **Metodologia Aplicada (Críticas):** Uma parcela significativa dos alunos (9 de 15) apresentou críticas à aplicação prática da ABP. Observações sobre a necessidade de maior tempo para apresentações e feedbacks mais assertivos e frequentes. A percepção de que a disciplina se restringiu a "revisão bibliográfica e apresentação", sugere a necessidade de reforçar a aplicação prática dos conhecimentos de Engenharia Química na resolução dos problemas. A sugestão de *brainstorming* inicial e maior interação entre os grupos será considerada para novas ofertas do componente curricular.
- **Temas (Críticas):** A similaridade entre alguns temas foi apontada por alguns alunos como um fator que gerou repetição nas apresentações. A diversificação dos temas, com foco em temáticas mais específicas da Engenharia Química, é uma sugestão que será considerada.
- **Carga Horária:** Embora a maioria tenha considerado a carga horária adequada, uma parcela dos alunos (5 de 15) a considerou alta ou muito alta. A adequação da carga horária deve ser reavaliada, considerando o contexto dos alunos, muitos deles em fase de conclusão do curso e desenvolvimento do TCC.

- Suporte Inicial à Metodologia: A dificuldade inicial de alguns grupos com a metodologia ABP indica a necessidade de um suporte mais efetivo no início da disciplina, com atividades que auxiliem na compreensão da ABP e na definição dos projetos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao se adotar a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) em um componente curricular pertencente ao 10º período de um Curso de Engenharia Química, buscou-se proporcionar aos estudantes uma experiência de aprendizado contextualizada e ativa, focada em problemáticas ambientais relevantes na atualidade e que podem ser resolvidos utilizando os conhecimentos da Engenharia Química.

A escolha de temas como microplásticos, resíduos eletrônicos e poluição atmosférica demonstrou alinhamento com as expectativas dos alunos, evidenciando a importância de conectar o conteúdo da disciplina com desafios contemporâneos. A estrutura da disciplina em etapas, com entregas incrementais e apresentações, também se mostrou eficaz, facilitando o acompanhamento do desenvolvimento dos projetos e a compreensão dos conteúdos. A clareza dos critérios de avaliação contribuiu para a transparência do processo.

A ênfase na produção de um artigo científico proporcionou aos alunos uma oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos na pesquisa e na escrita acadêmica. A possibilidade de publicação incentivou o rigor científico e aprofundou o aprendizado. A dinâmica das apresentações, com o sorteio dos apresentadores, estimulou a participação de todos os membros das equipes.

Contudo, a avaliação da aplicação da ABP revelou pontos que demandam atenção. A percepção de alguns alunos de que a disciplina se concentrou excessivamente na revisão bibliográfica, em detrimento da aplicação prática dos conhecimentos de Engenharia Química, indica a necessidade de reavaliar as atividades e buscar um maior equilíbrio entre teoria e prática. A diversificação dos temas, buscando maior especificidade dentro da Engenharia Química, também se apresenta como uma oportunidade de melhoria, evitando a repetição de conteúdos e ampliando o escopo da disciplina. A questão da carga horária, apontada como alta por alguns alunos, merece uma análise mais detalhada para garantir a adequação ao contexto dos discentes.

A dificuldade inicial de alguns grupos com a metodologia ABP reforça a importância de um suporte mais robusto no início da disciplina. Atividades como brainstorming inicial, discussões sobre a aplicação da ABP em diferentes contextos e exemplos práticos podem auxiliar os alunos a compreender a metodologia e a desenvolver seus projetos de forma mais eficaz.

Em síntese, a implementação da ABP em um componente curricular pertencente ao 10º período de um Curso de Engenharia Química demonstrou potencial para promover um aprendizado significativo e engajador. Os resultados obtidos são úteis para a melhoria contínua do componente curricular.

Ao considerar essas recomendações, a disciplina poderá contribuir ainda mais para a formação de engenheiros químicos críticos, criativos e aptos a enfrentar os desafios ambientais contemporâneos.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos aos estudantes do componente curricular utilizado como estudo de caso para aplicação da ABP.

REFERÊNCIAS

ANDRADY, A. L. Microplastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, p. 1596 – 1605, 2011.

ARTHUR, C.; BAKER, J. E.; BAMFORD, H. A. In Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris. Sept 9-11, 2008. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30. 2009.

BOROCHOVICIUS, Eli; TASSONI, Elvira C. M. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino fundamental. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v.37, e20706, 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução Nº2, de 24 de abril de 2019**, Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Engenharia. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/resolucoes/resolucoes-cne-ces-2019>. Acesso em: abr. 2025.

DA LUZ Lima, Y.; FARIAS, F. F.; DA LUZ Lima, A. de M. Poluição atmosférica e clima: refletindo sobre os padrões de qualidade do ar no Brasil. *Revista Geonorte*, v. 3, n. 9, p. 555–564-555–564, 2012. Poluição atmosférica e clima: refletindo sobre os padrões de qualidade do ar no Brasil. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 9, p. 555–564-555–564, 2012.

DA SILVA, Naylla B.; DOS SANTOS, C. C; BANDEIRA, José Paulo C.; FERREIRA, Sabrina E. A; PINHEIRO, Clairon L. Do chip ao lixo: um estudo sobre os impactos da produção e descarte de equipamentos eletrônicos. In: **Economia Circular: princípios e práticas para a sustentabilidade**. Editora Científica Digital: São Paulo. 2025. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/books/economia-circular-principios-e-praticas-para-a-sustentabilidade>. Acesso em: abr. 2025.

LIMA, Diego C. P. “**Todavía está por ver cómo nos afectará a los humanos los efectos de los microplásticos**”. Disponível em: <<https://cadenaser.com/aragon/2024/12/11/todavia-esta-por-ver-como-nos-afectara-a-los-humanos-los-efectos-de-los-microplasticos-radio-jaca-ser-pirineos/>>. Acesso em: dez. 2024.

DE LIMA, Lisandra F.; VEIRA, Admilsom L.; SOUZA, Thiago L. Uso do método PBL na condução de aulas práticas de engenharia química. In: 52º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2024, Vitória. **Anais**. Vitória. Disponível em: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php?cod_trab=5316. Acesso em jan.2025.

MONTAGNER, C. C.; DIAS, M. A.; PAIVA, E. M.; VIDAL, C. Microplásticos: ocorrência ambiental e desafios analíticos. **Química Nova**, v. 44, n. 10, p. 1328-1352, 2021.

NITHYA, R.; SIVASANKARI, C.; THIRUNAVUKKARASU, A. Electronic waste generation, regulation and metal recovery: a review. **Environmental Chemistry Letters**, v. 19, n. 2, p. 1347-1368, 2020.

RAMESH, M.V. et al. A review on electric and electronic waste material management in 21st century. **Materials Today: Proceedings**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 21-28, jan. 2023. Elsevier BV.

RICHARDSON, S. D.; KIMURA, S. Y. Water analysis: emerging contaminants and current issues. **Analytical Chemistry**, v. 88, n. 1, p. 546, 2016.

RICHARDSON, S. D.; KIMURA, S. Y. Water analysis: emerging contaminants and current issues. **Analytical Chemistry**, v. 90, n. 1, p. 473-505, 2020.

RUBIRA, F. G. Definição e diferenciação dos conceitos de áreas verdes/espços livres e degradação ambiental/impacto ambiental. **Caderno de Geografia**, v. 26, n. 45, p. 134-150, 2016.

SANTOS, Ricardo Henrique Moraes; GUARNIERI, Patrícia Santos; STREIT, Jorge Alfredo Cerqueira. OBSOLESCÊNCIA PROGRAMADA E PERCEBIDA: um levantamento sobre a percepção do ciclo de vida com usuários de aparelhos celulares. **Gestão & Planejamento**, [S.L.], v. 22, p. 69-86, 2021. Universidade Salvador - UNIFACS.

SANTOSO, S. ZAGLOEL, T. Y. M.; ARDI, R.; SUZIANI, A. Estimating the Amount of Electronic Waste Generated in Indonesia: population balance model. **Iop Conference Series: Earth and Environmental Science**, [S.L.], v. 219, p. 012006, 14 jan. 2019. IOP Publishing.

TORRES, L. M.; PINHEIRO, C. D. P. S.; AZEVEDO, S. D.; RODRIGUES, P. R. S.; SANDIM, D. P. R. Poluição atmosférica em cidades brasileiras: uma breve revisão dos impactos na saúde pública e meio ambiente. **Naturae**, v.2, n.1, p.23-33, 2020.

WENDEQ 2024. IV Web Encontro Nacional de Engenharia Química. Template de trabalho completo, 2024. Disponível em: <https://www.even3.com.br/wendeq2024/>. Acesso em jan. 2025.

PROBLEM-BASED LEARNING IN UNDERSTANDING ENVIRONMENTAL ISSUES: AN EXPERIENCE REPORT IN CHEMICAL ENGINEERING

Abstract: *The 2019 National Curriculum Guidelines (DCNs) for Engineering courses state that engineering programs should provide their graduates with general competencies, such as: 'formulate and design desirable engineering solutions'; 'analyze systems, products, components, or processes'; 'communicate effectively' in various forms; 'work and lead teams'; 'learn autonomously and handle complex situations by keeping up-to-date with advances in science, technology, and innovation.' In this context, a 10th-semester curricular component of a Chemical Engineering course utilized Problem-Based Learning to understand environmental problems and propose solutions from the perspective of Chemical Engineering. The class was divided into 6 teams with 4 participants, and they were presented with current and relevant topics: Microplastics, Electronic Waste, and Air Pollution. The students evaluated the applied methodology as adequate and generated 6 articles, of which 1 has already been published and 2 will be submitted.*

Keywords: *Problem-Based Learning, Chemical Engineering, Environmental Issues.*

