



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

**O ENSINO DE HIDROCARBONETOS NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM
BASEADA EM PROBLEMAS E DO DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO LITORAL
PERNAMBUCANO: UMA ANÁLISE DAS COMPREENSÕES DOS ESTUDANTES**

Renilza de Andrade Pereira

RECIFE 2025
RENILZA DE ANDRADE PEREIRA

**O ENSINO DE HIDROCARBONETOS NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM
BASEADA EM PROBLEMAS E DO DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO LITORAL
PERNAMBUCANO: UMA ANÁLISE DAS COMPREENSÕES DOS ESTUDANTES**

Dissertação apresentada por RENILZA DE ANDRADE PEREIRA a
coordenação do Programa de Mestrado Profissional em Química em
Rede Nacional, como um dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Ruth do Nascimento Firme Linha
de Pesquisa: Novos materiais

RECIFE

2025

RENILZA DE ANDRADE PEREIRA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE

Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P436& Pereira, Renilza de Andrade.

O ensino de hidrocarbonetos na perspectiva da aprendizagem baseada em problemas e do derramamento de óleo no litoral pernambucano: uma análise das compreensões dos estudantes / Renilza de Andrade Pereira. – Recife, 2025.
111 f.; il.

Orientador(a): Ruth do Nascimento Firme.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Mestrado Profissional em Química (PROFQUI), Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

1. Química - Estudo e ensino. 2. Aprendizagem baseada em problemas. 3. Derramamento de Óleo. I. Firme, Ruth do Nascimento, orient. II. Título

CDD 540

**O ENSINO DE HIDROCARBONETOS NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM
BASEADA EM PROBLEMAS E DO DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO LITORAL
PERNAMBUCANO: UMA ANÁLISE DAS COMPREENSÕES DOS ESTUDANTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, da Universidade Federal de Rural Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Química, na Linha de Pesquisa Novos Materiais.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Ruth do Nascimento Firme

Orientadora

Departamento de Química - UFRPE

Roberto Carlos Silva dos Santos

Examinador externo

Secretaria de Educação de Pernambuco

Antonio Inácio Diniz Júnior

Examinador interno

Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UFRPE

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Protocolo de perguntas para criação de problemas na ABP	24
Quadro 2 – Artigos analisados na revisão da literatura sobre a ABP no ensino de Química ...	31
Quadro 3 – Detalhamento dos eixos propostos na BNCC	35
Quadro 4 – O problema da intervenção pedagógica para o ensino de Hidrocarbonetos na perspectiva da ABP	45
Quadro 5 – Planejamento da intervenção pedagógica para o ensino de Hidrocarbonetos a partir da ABP	48
Quadro 6 - Instrumentos e os três primeiros objetivos específicos da pesquisa	51
Quadro 7 – Resposta dos estudantes para questão 1.....	52
Quadro 8 – Resposta dos estudantes para questão 2.....	53
Quadro 9 – Resposta dos estudantes para questão 3.....	54
Quadro 10 – Resposta dos estudantes para questão 4.	54
Quadro 11 – Resposta dos estudantes para questão 5.	54
Quadro 12 – Resposta dos estudantes para questão 6.	56
Quadro 13 – Resposta dos estudantes para questão 7.	56
Quadro 14 – Resposta dos estudantes para questão 8.	57
Quadro 15 – Resposta dos estudantes para questão 9.	58
Quadro 16 – Resposta dos estudantes para questão 10.	58
Quadro 17 – Relações entre categorias analíticas, descrição e atividade da intervenção pedagógica	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Design de problemas 3C3R proposta por Hung (2006) citado por Silva et al (2022)	22
Figura 2 - Ciclo de aprendizagem da ABP	26
Figura 3 - Papéis do professor na ABP	27
Figura 4 - Homem limpando óleo na Praia dos Gringos – Ba	37
Figura 5 - Tartaruga coberta por óleo	38
Figura 6 - Trator e voluntários atuando na limpeza das manchas de óleo na Praia do Paiva no cabo de Santo Agostinho	38
Figura 7 - Simulação do derramamento de óleo.	46
Figura 8 - Representação do cicloalcano escrito no quadro por um dos alunos do grupo 1	62
Figura 9 - HQ do grupo 1	67
Figura 10 - HQ do grupo 2	69
Figura 11 - Desenho do grupo 3	72
Figura 12 - HQ do grupo 4	73
Figura 13 - História em Quadrinhos entre Manchas e Moléculas – Explorando o Derramamento com a Aprendizagem Baseada em problema	78

RESUMO

A Química é vista como uma disciplina de difícil compreensão, mas provavelmente, isto ocorre devido ao seu ensino fragmentado e não contextualizado. É neste contexto que adotamos nesta pesquisa a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) como metodologia para o ensino de Química, uma vez que ela é organizada em torno de um problema da vida real dos estudantes (Lopes et al, 2019). Sendo assim, o objetivo dessa pesquisa foi o de analisar compreensões de estudantes acerca do conteúdo de Hidrocarbonetos no contexto de uma intervenção pedagógica fundamentada na Aprendizagem Baseada em Problemas a partir da temática Derramamento de Óleo no Litoral Pernambucano. A pesquisa seguiu uma abordagem qualitativa do tipo interventiva, contou com a participação de alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola de ensino integral situada no centro de Jaboatão dos Guararapes e foi desenvolvida a partir de cinco etapas metodológicas: 1ª etapa - elaboração do problema no contexto do derramamento de óleo no litoral pernambucano; 2ª etapa - planejamento da intervenção pedagógica para o ensino de Química na Aprendizagem Baseada em Problemas; 3ª etapa - aplicação da intervenção didática planejada; 4ª etapa - organização e análise dos dados; 5ª etapa – produção de produto educacional. Quanto aos resultados da pesquisa, destacamos que a maioria dos

estudantes expressou concepções prévias não adequadas sobre o conceito de hidrocarbonetos. Além disso, embora a maioria dos alunos tivesse conhecimento do ocorrido indicando algumas consequências dele, foi identificado dificuldade em apontar as causas do derramamento do óleo no litoral pernambucano. Quanto às reformulações nas compreensões dos estudantes sobre o conteúdo de Hidrocarbonetos, destacamos que, de modo geral, eles expressaram compreensões coerentes, do ponto de vista científico, sobre constituição, polaridade, tetravalência do carbono, classificação, conceito e algumas propriedades dos hidrocarbonetos, mais especificamente, a densidade. Sobre o derramamento de óleo no litoral pernambucano, os alunos avançaram em suas compreensões ao apresentarem consequências desse derramamento e algumas soluções como uso de drone e verificação de todo processo de transporte do petróleo desde a coleta ao destino. Sobre às contribuições das atividades realizadas com os estudantes para o desenvolvimento dos princípios da Aprendizagem Baseada em Problemas, destacamos, por exemplo, a contribuição da atividade dos seminários para a interação social entre alunos e alunos e professora. O produto educacional desenvolvido nesta pesquisa foi uma História em Quadrinhos intitulada “Entre Manchas e Moléculas – Explorando o Derramamento na perspectiva da Aprendizagem Baseada em Problemas”. Por fim, esperamos que os resultados desta pesquisa contribuam para as pesquisas no ensino de Química e para o ensino de Química quando se pretende adotar a Aprendizagem Baseada em Problemas como perspectiva metodológica.

Palavras-chave: Ensino de Química; ABP; Derramamento de Óleo; Hidrocarbonetos.

ABSTRACT

Chemistry is seen as a difficult subject to understand, but this is likely due to its fragmented and non-contextualized teaching. It is in this context that we adopted Problem-Based Learning (PBL) as a methodology for teaching Chemistry in this research, since it is organized around a real-life problem faced by students (Lopes et al., 2019). Therefore, the objective of this research was to analyze students' understanding of the content of Hydrocarbons in the context of a pedagogical intervention based on Problem-Based Learning based on the theme of Oil Spill on the Pernambuco Coast. The research followed a qualitative interventional approach, with the participation of third-year high school students from a full-time school located in the center of Jaboatão dos Guararapes and was developed from five methodological stages: 1st stage - elaboration of the problem in the context of the oil spill on the coast of Pernambuco; 2nd stage - planning the pedagogical intervention for teaching Chemistry in Problem-Based Learning; 3rd stage - application of the planned didactic intervention; 4th stage - organization and analysis of the data; 5th stage - production of an educational product. Regarding the survey results, we highlight that most students expressed inadequate preconceptions about the concept of hydrocarbons. Furthermore, although most students were aware of the incident and identified some of its consequences, they found it difficult to pinpoint the causes of the oil spill on the Pernambuco coast. Regarding the reformulations in students' understanding of the content of Hydrocarbons, we highlight that, in general, they expressed coherent understandings, from a scientific perspective, about the constitution, polarity, tetravalence of carbon, classification, concept, and some properties of hydrocarbons, more specifically, density. Regarding the oil spill on the coast of Pernambuco, students advanced their understanding by presenting consequences of this spill and some solutions, such as the use of drones and monitoring the entire oil transportation process from collection to destination. Regarding the contributions of activities carried out with students to the development of the principles of Problem-Based Learning, we highlight, for example, the contribution of seminar activities to social interaction between students and the teacher. The educational product developed in this research was a

comic book titled "Between Stains and Molecules – Exploring Spillage from the Perspective of Problem-Based Learning." Finally, we hope that the results of this research will contribute to research in chemistry education and to chemistry teaching when adopting Problem-Based Learning as a methodological approach.

Keywords: Chemistry Teaching; ABP; Oil Spill; Hydrocarbons.

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	09
2. INTRODUÇÃO.....	12
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS.....	14
3.1.1 Origem da Aprendizagem Baseada em Problemas	14
3.1.2 Relações entre Referenciais Pedagógicos e a Aprendizagem Baseada em Problemas .	15
3.1.3 Aprendizagem Baseada em Problemas como metodologia de ensino	16
3.1.3.1 O problema e o contexto problemático na Aprendizagem Baseada em Problemas ...	18
3.1.3.2 Etapas da Aprendizagem Baseada em Problemas.....	20
3.1.3.3 O Papel do aluno e do professor.....	23
3.1.3.4 O trabalho em grupo.....	25
3.1.3.5 A avaliação na Aprendizagem Baseada em Problemas	25
3.1.3.6 Dificuldades para a implementação da Aprendizagem Baseada em Problemas	26
3.2 A QUÍMICA, O COMPONENTE CURRICULAR QUÍMICA NA BNCC E NO CURRÍCULO DE PERNAMBUCO: POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	30
3.3 DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO LITORAL PERNAMBUCANO COMO CONTEXTO DO PROBLEMA NA PERSPECTIVA DA ABP	33
3.4 HIDROCARBONETOS: CONSTITUINTES DO PETRÓLEO E OBJETO DE CONHECIMENTO DA QUÍMICA.....	36
4. METODOLOGIA	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.1 ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ESTUDANTES SOBRE O DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO LITORAL PERNAMBUCANO E SOBRE O CONTEÚDO DE HIDROCARBONETOS	48

5.2 ANÁLISE DAS REFORMULAÇÕES NAS COMPREENSÕES DOS ESTUDANTES SOBRE O DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO LITORAL PERNAMBUCANO E SOBRE O CONTEÚDO DE HIDROCARBONETOS.	55
5.3 ANÁLISE DAS ATIVIDADES DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA QUANTO A MOTIVAÇÃO EPISTÊMICA, A INTERAÇÃO COM A VIDA REAL, A METACOGNIÇÃO, A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO E A INTERAÇÃO SOCIAL	68
5.4 ELABORAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL EM FORMATO DE HISTÓRIA EM QUADRINHOS SOBRE O CONTEÚDO DE HIDROCARBONETOS NO CONTEXTO DO DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO LITORAL PERNAMBUCANO	71
CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
REFERÊNCIAS	76
ANEXO 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.	80
APÊNDICE A – Produto educacional.....	82

1. APRESENTAÇÃO

Neste momento inicial eu me apresento aos leitores pedindo licença para me colocar na primeira pessoa do singular. O meu intuito é socializar um pouco sobre momentos da minha trajetória.

Desde o final do Ensino Fundamental fui apaixonada por Química, especialmente pelo seu comportamento nas misturas. Aquilo me impressionava e queria sempre saber o porquê umas se misturavam de forma diferente das outras.

No 1º e 3º ano do Ensino Médio, gostava do desafio de montar a nomenclatura dos compostos químicos, quando me dei conta de que conhecer essas substâncias ia além de saber montar seus nomes e que compreender as suas propriedades químicas e físicas me permitiria prever e explicar o seu comportamento no mundo macro.

Hoje, como educadora, percebo que muitos estudantes não percebem a importância dos estudos das propriedades das substâncias e boa parte dessa desvalorização se deve, por exemplo, ao foco dado pelo ENEM a partir das funções orgânicas,

A Química por si só é uma disciplina complexa e abstrata e termina por ser vista como de difícil compreensão por parte dos estudantes. E isso se intensifica ao ser ensinada de forma fragmentada e não contextualizada, provocando desinteresse e insatisfação para os estudantes que terminam por memorizar fórmulas e conceitos, sem entender as devidas aplicações e impactos no cotidiano como é o caso dos produtos de limpeza doméstica, dos efeitos dos medicamentos e climas e nos diversos tipos de poluição ambiental.

Isto causa uma certa inquietação e mais desafios para os professores que buscam um ensino mais atrativo. Então, conectar os estudantes com situações reais e problemas do cotidiano me parece ser essencial para despertar o interesse deles na disciplina.

É na perspectiva de contribuir como professora de Química para a aprendizagem dos estudantes que lhes apresento essa dissertação que foi fundamentada teórico-metodologicamente na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Isso porque na ABP o estudante é envolvido por uma temática real do seu dia a dia, onde será apresentado um problema a ser resolvido. Nesse sentido, escolhi o Derramamento de óleo no litoral Pernambuco como o contexto problemático. Na busca para solucionar o problema, o estudante é levado a estudar o conteúdo escolar, que no caso desta pesquisa, foi o conteúdo químico Hidrocarbonetos.

Nesse processo, se estuda hora sozinho, hora em grupo e hora em grupo com mediação do professor. Toda essa dinâmica contribui para uma aprendizagem com mais significado, pois enquanto o estudante investiga, reflete e discute, ele passa a ser protagonista do seu próprio

conhecimento desenvolvendo tanto habilidades no conteúdo da Química quanto socioemocionais como autonomia, cooperação, escuta ativa, argumentação, ou seja, construindo conhecimento para a vida.

Desenvolver uma abordagem de ensino de Química a partir da Aprendizagem Baseada em Problemas foi uma experiência ímpar.

2. INTRODUÇÃO

Na perspectiva de contribuir para a aprendizagem dos estudantes na disciplina de Química, diversas metodologias de ensino podem ser adotadas. Uma delas é a Aprendizagem Baseada em Problema (ABP). Logo, nesta pesquisa adotou-se a ABP como uma metodologia de ensino.

A ABP busca a abordagem do conhecimento, habilidades, atitudes e valores por meio da solução de problemas, de forma cooperativa e colaborativa, tendo o estudante como protagonista de sua aprendizagem (Kubrusly et al., 2018), sendo o problema o ponto central da ABP (Lopes et al, 2019).

Segundo Kubrusly et al. (2018), alguns princípios da aprendizagem fundamentam a ABP, as quais, brevemente sintetizadas, são: motivação epistêmica que faz o sujeito buscar conhecimento; interação com a vida real ao aprender em interação com situações da realidade; metacognição ao conhecer o que se conhece; construção do conhecimento em uma perspectiva ativa; e interação social ao aprender colaborativamente.

No ensino de Química diferentes trabalhos são desenvolvidos a partir da ABP, como, por exemplo, o trabalho de Oliveira et al (2020, p. 113), intitulado Aprendizagem baseada em problemas por meio da temática coronavírus: uma proposta para ensino de química, que teve como objetivo “avaliar as percepções dos estudantes acerca das atividades, durante o ensino remoto, comparando o uso da metodologia ativa em relação a atividades tradicionais de ensino”, a partir da temática Coronavírus. Segundo os autores, “os resultados demonstram que o material agregou conhecimento por cercar-se uma temática atual, estimulou o envolvimento dos alunos na busca por respostas e permitiu estimular o interesse dos estudantes frente à manutenção de suas atividades escolares” (Oliveira et al, 2020, p. 120).

Ainda de acordo com Oliveira et al (2020, 113), a ABP tem como premissa a centralidade e a autonomia dos alunos e a “relação de conteúdos curriculares estruturados a partir do contexto de um problema orientado para tomada de decisões e discussões”. Neste sentido, para esta pesquisa selecionamos como contexto problemático o Derramamento de Óleo no Litoral Pernambucano. Justificamos essa opção considerando que esse acidente trouxe diversos prejuízos para o meio ambiente e para a sociedade, inclusive em praias pernambucanas.

O derramamento de óleo, ocorrido no litoral brasileiro no final de agosto de 2019, teve grande repercussão, permanecendo por meses nas mídias nacionais e internacionais. Apesar da

gravidade do desastre, pouco se sabe atualmente sobre o desfecho das investigações: se os responsáveis foram identificados e punidos e quais medidas efetivas foram adotadas. Persistem

dúvidas sobre as consequências de longo prazo para o meio ambiente e sobre as providências tomadas para evitar novos episódios semelhantes e caso um novo vazamento ocorra, o que será feito para impedir que atinja as proporções devastadoras do ocorrido em 2019.

Optando por usar a ABP a partir do derramamento de Óleo no Litoral Pernambucano como contexto, direcionamos a pesquisa para a abordagem do conteúdo químico Hidrocarbonetos, dado que esses compostos são os constituintes principais do petróleo (Gauto, 2016).

Além disso, no Organizador Curricular por Bimestre Formação Geral Básica (FGB) para o componente curricular Química do Estado de Pernambuco, o objeto de conhecimento Química do petróleo dar ênfase à caracterização dos hidrocarbonetos.

Segundo Pedrosa (2025), o ensino de Hidrocarbonetos é fundamental para a compreensão pelos estudantes da estrutura e da reatividade dos compostos orgânicos, sendo a estrutura de base de diversas funções orgânicas. Adicionalmente, este conteúdo possibilita a articulação com diferentes situações práticas, por estarem na “composição de combustíveis (gasolina, gás natural, diesel) e matérias-primas para a produção de plásticos, borrachas e outros polímeros” (Pedrosa, 2025, p. 7).

Costa e Santana (2016, p. 60) corroboram nesta discussão ao destacarem que, no ensino da Química Orgânica, e mais especificamente no ensino das Funções Orgânicas, a ênfase é dada nas “estruturas químicas e nas suas reações características”, os estudantes têm dificuldades relativas à nomenclatura dos compostos orgânicos e à visualização tridimensional, a memorização de regras de nomenclatura e símbolos tornam-se aspectos centrais e a dimensão microscópica é minimizada (Costa; Santana; 2016). Entendemos que essas dificuldades podem ocorrer também no ensino de Hidrocarbonetos.

Nesse sentido, esta pesquisa foi conduzida a partir do seguinte questionamento: quais são as compreensões de estudantes do 3º ano do Ensino Médio acerca do conteúdo de Hidrocarbonetos no contexto de uma intervenção pedagógica fundamentada na Aprendizagem Baseada em Problemas tendo o Derramamento de Óleo no Litoral Pernambucano como contexto?

Na busca de respostas para a questão de pesquisa em tela, temos neste projeto de pesquisa o objetivo geral de analisar compreensões de estudantes do 3º ano do Ensino Médio acerca do conteúdo de Hidrocarbonetos no contexto de uma intervenção pedagógica fundamentada na Aprendizagem Baseada em Problema tendo o Derramamento de Óleo no Litoral Pernambucano como contexto.

Para os objetivos específicos, delimitamos:

- Identificar as concepções prévias dos estudantes sobre o Derramamento de Óleo no Litoral Pernambucano e sobre o conteúdo de Hidrocarbonetos.
- Analisar reformulações nas compreensões dos estudantes sobre o Derramamento de Óleo no Litoral Pernambucano e sobre o conteúdo de Hidrocarbonetos.
- Analisar contribuições das atividades realizadas para o desenvolvimento dos princípios da Aprendizagem Baseada em Problemas.
- Elaborar um Produto Educacional em formato de História em Quadrinhos para o ensino de Hidrocarbonetos no contexto do Derramamento de Óleo no Litoral Pernambucano.

Esperamos que os resultados dessa pesquisa possam contribuir para o ensino de Química fundamentado na Aprendizagem Baseada em Problemas e para as pesquisas em ensino de Química que investiguem sobre essa respectiva metodologia.

Esta dissertação está organizada da seguinte forma: para além da apresentação e da introdução, discutimos nos tópicos que seguem as bases teóricas que fundamentam a pesquisa, o desenho metodológico desenvolvido, os resultados obtidos e, por fim, algumas considerações finais.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico discutimos, inicialmente, os pressupostos teóricos e metodológicos da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Conhecê-los é de suma importância para distingui-la do ensino tradicional. Em seguida, discutimos sobre o Derramamento de Óleo no Litoral Pernambucano e então, a discussão versa sobre Hidrocarbonetos enquanto conteúdo curricular.

3.1 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Devido a toda mudança evolutiva que ocorreu ao longo dos tempos, inclusive na tecnológica, há décadas se fala da necessidade de uma mudança nos modelos de ensino e aprendizagem. Por outro lado, grande parte dos professores ainda conduzem suas aulas de forma unicamente conteudista e expositiva, e esse tipo de abordagem não oportuniza, na maioria das vezes, o elo entre o ensino científico e a vivência do aluno, permitindo-lhe criar um mundo paralelo ao seu, onde não lhe cabe.

No entanto, como ensinar, despertando no aluno a motivação e o interesse que ele precisa para ampliar seus conhecimentos e desenvolver habilidades e competências para que tenhamos no futuro um cidadão crítico e atuante de forma responsável na sociedade?

Várias metodologias de ensino foram criadas e não há um único método que resolva todos esses desafios de aprendizagem. No entanto, nesta dissertação destacamos a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), expressão decorrente da tradução para o português do termo Problem Based Learning (PBL). Ressalta-se que neste texto adotamos o termo Aprendizagem Baseada em Problemas e o acrônimo ABP.

3.1.1 Origem da Aprendizagem Baseada em Problemas

Segundo Lopes et al. (2019, p. 45):

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), na língua inglesa “Problem-Based Learning (PBL)”, foi sistematizada pela primeira vez em 1969 no curso de Medicina da Universidade McMaster, no Canadá, que a utiliza até hoje. Em 1970, essa prática pedagógica foi introduzida nos Estados Unidos (EUA) no curso de Medicina da Universidade do Novo México e, na década de 1980, no curso de Medicina de Harvard (Lopes et al, 2019, p. 45).

Segundo Borochovicus¹ e Tassoni (2021, p. 3), ampliar o conhecimento e desenvolver habilidades médicas de forma coletiva, cooperativa e colaborativa, a partir “de situações-problema hipotéticas e próximas daquilo que os futuros médicos encontrariam em suas vidas profissionais”, era o objetivo.

No Brasil, a ABP foi implantada na Escola de Saúde Pública do Ceará em 1993, na Faculdade de Medicina de Marília (FAMEMA) em 1997 e no curso de Ciências Médicas da Universidade de Londrina (UEL) em 1998 (Carlini, 2006). Atualmente vem sendo empregado em diversas universidades do mundo, assim como no Brasil, não apenas na área da saúde, mas também em outras áreas como engenharia, enfermagem, pedagogia e também na administração (Ribeiro, 2008).

Nesse sentido, de acordo com, a ABP foi se consolidando como um método utilizado em diferentes áreas tanto no âmbito da pesquisa ou no âmbito do ensino no mundo (Souza; Dourado, 2015).

3.1.2 Relações entre Referenciais Pedagógicos e a Aprendizagem Baseada em Problemas

Segundo Pierini et al (2019, p. 166), a ABP é

[...] alicerçada numa pedagogia ativa, construtivista e colaborativa, onde a escola se abre para um intercâmbio mais rico com a comunidade do seu entorno, seja ela do meio urbano ou rural, com o intuito de promover trocas de saberes e fazeres para o enfrentamento de seus diversos problemas (Pierini et al, 2019, p. 166),

Neste contexto, esses autores apresentam “[...] algumas ideias e teorias que podem ser empregadas como referenciais teóricos para o desenvolvimento e a aplicação da ABP na Educação Básica no Brasil” (Pierini et al, 2019, p. 167). Para isso, os autores discutem, dentre outras, as teorias educacionais de John Dewey, Jerome Bruner e Paulo Freire, buscando articulá-las com a ABP.

Quanto aos pressupostos de Dewey, os autores destacam que Dewey:

Apontava para dois problemas graves encontrados nas escolas americanas da sua época: (a) a falta ou pouco enriquecimento da experiência cotidiana dos estudantes; e (b) o pouco desenvolvimento da capacidade intelectual dos alunos. Estes problemas, atualmente, também estão presentes no contexto educacional brasileiro, e acreditamos que a ABP apresenta potencial para mitigá-los (Pierini et al, 2019, p. 173).

Na teoria pedagógica de John Dewey, encontra-se a mais significativa inspiração para a Aprendizagem Baseada na Resolução de problemas (Souza; Dourado, 2015). Segundo

Schmidt (2009), Dewey defendia a ideia de que a educação das crianças devia basear-se na abordagem da solução de problemas, ou seja, aprender fazendo, porque ela combina ser prática com tomar ciência da importância da teoria, encorajando as crianças a serem imaginativas em ambos os níveis e tornando-as competentes em todos os campos da atividade humana. Os métodos de Dewey de aproveitar as energias naturais das crianças para desenvolver o processo educacional surtiram efeitos extraordinários (Schmidt, 2009).

Em relação aos pressupostos teóricos de Bruner, os autores consideram que Bruner concebe a construção do conhecimento como “[...] processo ativo, que valoriza os fatores culturais, ambientais e as experiências por parte dos estudantes. Considerar esses aspectos reforça a aplicação da ABP na Educação Básica” (Pierini et al, 2019, p. 178).

Sobre as proposições de Freire, esses autores ao considerarem que, segundo Freire, o professor não é um transmissor de conhecimento, destacam que o professor:

deve estar em sala de aula sempre atento aos questionamentos e à curiosidade dos alunos, desenvolvendo um processo educacional por meio de um método ativo e dialógico. Nesse sentido, a ABP amplia a possibilidade de contato e discussão entre os atores envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem, ou seja, alunos e professores (Pierini et al, 2019, p. 178).

Em síntese, podemos dizer que a ABP envolve o intercâmbio entre a escola e a comunidade do seu entorno, a participação dos estudantes, a valorização de fatores culturais, ambientais e as experiências por parte dos estudantes, a experiência dos estudantes e a interação entre estudantes e professores (Pierini et al, 2019).

Vale salientar que nesta dissertação, adotamos a perspectiva da ABP mais próxima às ideias do Dewey, visto que, fundamentados nas ideias dele, Lopes et al (2019, p. 171) destacam que “a experiência é o início do ato de pensar. Portanto, é crucial a existência de materiais e ocupações escolares que tratem de problemas reais, situações ou cenários que estejam ligados à vida dos alunos – como agentes que necessitam de conhecimentos que possam ser aplicados dentro e fora dos muros da escola”. Portanto, foi nessa perspectiva que adotamos a ABP nesta pesquisa.

3.1.3 Aprendizagem Baseada em Problemas como Metodologia de Ensino

A partir da iniciativa de um grupo de professores da Universidade de McMaster, no Canadá, no final dos anos de 1960, o modelo da ABP se expandiu para muitas escolas de medicina em todo o mundo (Souza; Dourado 2015).

Vários autores, como, por exemplo, Delisle (2000), Savin-Baden e Major (2004), Hillen et al. (2010), Hill e Smith (2005) e O’Grady et al. (2012) são unânimes em confirmar a origem e o desenvolvimento da ABP no modelo atual a partir da experiência na Universidade de McMaster no Canadá, mais especificamente na faculdade de Medicina, em 1969.

Delisle (2000) e O’Grady et al. (2012) também apontam Dewey como um dos inspiradores da ABP. Segundo eles, Dewey acreditava que para estimular o pensamento de um aluno, o professor teria de partir de um assunto de natureza não formal, que viesse da vida, do cotidiano dele (Delisle, 2000; O’Grady et al., 2012).

A ABP segue alguns princípios da aprendizagem, os quais são: motivação epistêmica, interação com a vida real, metacognição, construção do conhecimento e interação social (Kubrusly et al., 2018).

- **Motivação Epistêmica**

A motivação epistêmica é “a motivação intrínseca que age como uma força interna impulsionando o sujeito a buscar o conhecimento sobre determinada situação” (Kubrusly et al., 2018, p. 13). Em outras palavras, envolve o incentivo à aprendizagem e o despertar da curiosidade do estudante.

- **Interação com a Vida Real**

Esse princípio refere-se ao “aprender em resposta a alguma coisa, em interação com situações da vida real” (Kubrusly et al., 2018, p. 13). Entendemos que a interação do conteúdo com a vida real do estudante, além de facilitar o aprendizado, possibilita a ele perceber a aplicabilidade do que aprendeu no seu dia a dia.

- **Metacognição**

A metacognição está relacionada “ao aprender a aprender; está relacionada ao conhecimento do próprio conhecimento, à avaliação, à regulação e à capacidade de organização dos próprios processos cognitivos” (Kubrusly et al., 2018, p. 13).

- **Construção do Conhecimento**

A construção de conhecimento refere-se à aprendizagem autônoma; é a busca ativa do

conhecimento” (Kubrusly et al., 2018, p. 13).

- Interação Social

A interação social “é a aprendizagem de forma colaborativa e cooperativa” (Kubrusly et al., 2018, p. 13).

3.1.3.1 O problema e o contexto problemático na Aprendizagem Baseada em Problemas

Entendemos que na ABP o conteúdo escolar a ser estudado é contextualizado por meio de um problema. A nosso ver, o problema é a parte chave para que o professor consiga êxito no seu trabalho com a ABP, ele deve ser escrito com muito cuidado e pensado do início ao fim. Ele deve ter um contexto relevante, objetivos claros e bem estruturado.

Sobre a construção do problema na ABP, Hung (2006) citado por Silva et al (2022) propõe uma estrutura para orientar a construção de problemáticas denominada Design de Problemas 3C3R. Esta estrutura é dividida em dois grupos: componentes principais e componentes de processamento.

Segundo Hung (2006 *apud* Silva et al, 2022), os componentes principais são divididos em: 1) conteúdo – relativo ao alinhamento do problema com os objetivos disciplinares do conteúdo em questão; 2) contexto – referente à contextualizando do conteúdo, dado que “quando os alunos acessam as informações dos problemas inseridos em um contexto próximo à sua realidade, o conhecimento construído os tornam mais conscientes na aplicação desse novo conhecimento em uma situação na vida real” (Silva et al, 2022, p. 9); e 3) conexão – relacionado às articulações entre os conteúdos no problema em questão.

Portanto,

[...], os três Componentes Principais que foram apresentados anteriormente (Conteúdo, Contexto e Conexão) estabelecem a estrutura que os problemas aplicados na ABP devem ter, a fim de proporcionar que as metas e objetivos de aprendizagem sejam atingidos de maneira precisa, que o conhecimento construído durante a resolução seja contextualizado, e que o aluno seja capaz de formar estruturas conceituais de forma integrada (Hung, 2006 *apud* Silva et al, 2022, p. 10).

Quanto aos componentes de processamento (Hung, 2006 *apud* Silva et al, 2022), estes dividem-se em: 1) pesquisa – para a compreensão do problema; 2) o raciocínio – cujo objetivo é o de “[...] promover a aplicação do conhecimento adquirido nas pesquisas ao longo do processo de resolução da problemática” (Silva et al, 2022, p. 11); e 3) reflexão – “que enfatiza

a importância de refletir sobre o conhecimento construído ao longo de todo processo de resolução do problema, [...]” (Silva et al, 2022, p. 11).

Para Silva (2022) um texto deve ser um convite a pesquisa, a discussão e ao aprofundamento do aprendizado do estudante tendo como objetivo aplicar esse conhecimento no problema a ser solucionado. Diante disso, durante a solução do problema, o estudante precisa, além de um repertório rico de conhecimentos prévios sobre os assuntos, estar disposto a interligar diferentes fontes e informações em uma rede eficaz e muito bem conectada (Silva et al, 2022).

A reflexão ocorre durante todas as etapas, sempre que o estudante parar para analisar e avaliar o seu processo de aprendizagem. Segundo Alves et al. (2019, p. 81):

Pela capacidade de abstração, síntese e organização do conhecimento, a reflexão possibilita: i) a conexão entre os conhecimentos prévios e os advindos da pesquisa e do raciocínio; ii) auto avaliação mais precisa sobre seu próprio processo de aprendizado; iii) melhoria na retenção do tópico estudado; e iv) a busca da compreensão do tema em um nível mais elevado do que o proposto para a SP – consequentemente aprimorando as habilidades de estudo autodirigido (Alves et al, 2019 p. 81).

Em síntese, a estrutura de Design de Problemas 3C3R proposta por Hung (2006) citado por Silva et al (2022) é ilustrada na figura 1:

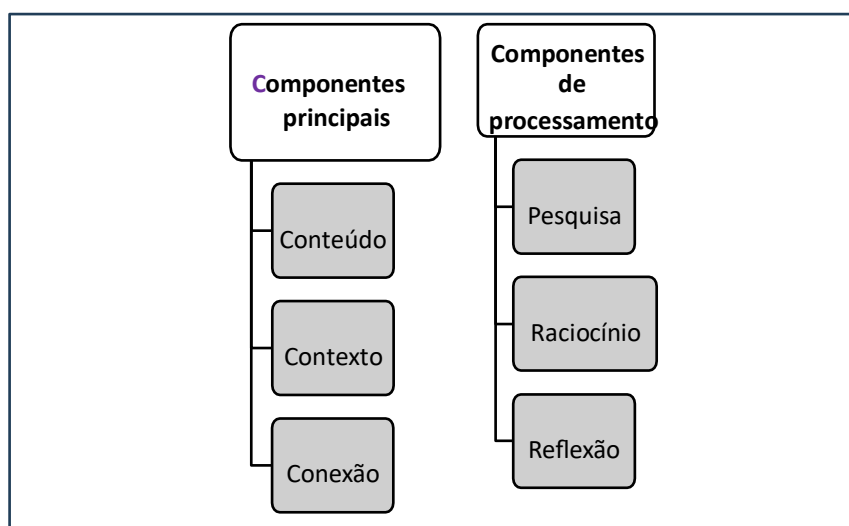


Figura 1: Design de problemas 3C3R proposta por Hung (2006) citado por Silva et al (2022)
Fonte: Autora (2024).

Silva et al (2022), a partir das ideias de Tawfik et al. (2013) fundamentadas na estrutura de Hung (2006), trazem uma discussão sobre o protocolo de perguntas que podem auxiliar a criação dos problemas, o qual é sistematizado no quadro 1:

Quadro 1: Protocolo de perguntas para criação de problemas na ABP

Parâmetros	Perguntas
Conteúdo	1. Qual é o objetivo de aprendizagem dos alunos após a conclusão deste módulo? 2. Quais são os objetivos específicos? 3. Qual é o escopo do problema? 4. Quantas soluções podem resultar desse tipo de problema?
Contexto	1. Como o problema que estamos atribuindo é realmente válido e autêntico para o contexto? 2. Quão contextualizado é esse problema? 3. Os alunos conseguem ver facilmente como esses conceitos podem ser aplicados a outros tipos de problemas semelhantes? 4. De que forma este tópico é motivador para os alunos? 5. Por que esse problema parece importante para eles?
Conexões	1. Os conceitos atuais se baseiam em aprendizados anteriores no curso? 2. Os novos conceitos e objetivos ampliam os conceitos anteriores? 3. Como o problema permite que os alunos testem ideias em diferentes contextos?
Pesquisa	1. Como articulamos explicitamente o objetivo geral do problema? 2. Que tipo de pesquisa é necessária para este tipo de contexto e problema?
Raciocínio	1. Existe um protocolo de solução de problemas que podemos implementar ou incorporar? 2. Que recursos de informação estamos fornecendo aos alunos? 3. Como estamos incentivando os alunos a: <ul style="list-style-type: none"> - Analisar a natureza inter-relacionada das variáveis? - Vincular os novos conhecimentos com os conhecimentos anteriores? - Pensar nas relações de causa e consequência? - Gerar e testar suas hipóteses?
Reflexão	1. O problema requer: <ul style="list-style-type: none"> - Alta pesquisa de informações e alto raciocínio (complexidade)? - Alta pesquisa de informações e baixo raciocínio (complexidade)?
	<ul style="list-style-type: none"> - Pouca pesquisa de informação e alto raciocínio (complexidade)? - Pouca pesquisa de informação e baixo raciocínio (complexidade)? 2. Como permitimos que os alunos reflitam sobre o que aprenderam nos módulos anteriores?

Fonte: Adaptado de Tawfik et al. (2013 apud Silva et al, 2022, p. 13).

3.1.3.2 Etapas da Aprendizagem Baseada em Problemas

De acordo com Lopes et al. (2019, p. 47):

A ABP é uma estratégia instrucional que se organiza ao redor da investigação de problemas do mundo real. Estudantes e professores se envolvem em analisar, entender e propor soluções para situações cuidadosamente desenhadas de modo a garantir ao aprendiz a aquisição de determinadas competências previstas no currículo escolar.

Fundamentados nas ideias de Torp e Sage (2002), Lopes et al. (2019) destacam três características da ABP: o envolvimento dos alunos em um contexto problemático; a organização

dos conteúdos escolares em torno desse problema; e criação de um ambiente de aprendizagem em que o professor oriente e guie as atividades dos alunos visando o entendimento do problema apresentado.

Ainda baseados em Torp e Sage (2002), Lopes et al. (2019) consideram ciclos de aprendizagem, mais especificamente, três ciclos, sendo: o ciclo 1 relativo aos momentos da formulação e análise do problema, de identificação das informações fornecidas sobre o cenário do problema e dos conhecimentos prévios dos estudantes e a identificação de informações necessárias para resolver o problema; o ciclo 2 referente à aprendizagem individual e autodirigida dos estudantes acerca das informações identificadas anteriormente e da definição de estratégias de resolução do problema; e o ciclo 3 voltado para a socialização, debate, avaliação e conclusões acerca da resolução do problema.

Nesse processo, segundo Lopes et al. (2011, p. 1276), os estudantes são, inicialmente, apresentados ao cenário do problema, e em seguida:

eles devem analisar e reformular o problema, identificando fatos relevantes do cenário. Esta etapa auxilia os estudantes na representação do problema, fazendo-os entender melhor os fatos envolvidos e fazendo-os gerar hipóteses para possíveis soluções. Uma parte importante deste ciclo é a identificação das deficiências de conhecimento do grupo que dificultam, ou impedem, a proposição de soluções para o problema. Esta conclusão sobre as deficiências, feita em grupo e com foco na solução do problema central já identificado, gera uma etapa de estudos autodirigidos (Lopes et al, 2011, p. 1276).

Posteriormente, os estudantes aplicam os conhecimentos apreendidos no momento individual de aprendizagem para solucionar o problema coletivamente (Lopes et al., 2011).

Robert Delisle citado por Lopes et al (2011, p. 1277) propõe para a ABP as seguintes fases:

1) estabelecimento de relações com o problema; 2) estabelecimento de uma estrutura ou plano de trabalho para a resolução do problema; 3) construção de abordagens do problema; 4) reequacionamento do problema; 5) elaboração e apresentação dos produtos (Lopes et al., 2011, p. 1277).

A primeira fase – Estabelecimento de relações com o problema – busca “gerar motivação intrínseca nos aprendizes, fazendo com que os mesmos percebessem que é importante dedicar seu tempo e estar atento aos diferentes aspectos da resolução do problema apresentado” (Lopes et al., 2011, p. 1277).

A segunda fase – Estabelecimento de uma estrutura ou plano de trabalho para a resolução do problema – tem como objetivo a “construção de um quadro para ser usado como instrumento

de delineamento do trabalho a ser desenvolvido pelos estudantes” (Lopes et al., 2011, p. 1277). Este quadro contempla quatro aspectos: ideias para solucionar o problema; fatos conhecidos pelos estudantes sobre o problema; conteúdos a serem aprendidos para a solução do problema; e o plano de ação para a solução do problema (Lopes et al., 2011).

A terceira fase – Construção de abordagens do problema – busca “garantir a construção de um método ou mecanismo objetivo e eficiente da solução do problema apresentado a partir da prática de uma aprendizagem de cunho colaborativo e solidário (Lopes et al., 2011, p. 1278). É nesta fase que os estudantes elaboram os planos de ação, organizados em grupos. Segundo Lopes et al (2011), nesta terceira fase, após a elaboração do plano de ações pelos grupos, os estudantes desenvolvem o estudo individual, e após o prazo definido para esse estudo, encaminha-se para a quarta fase.

A quarta fase – Reequacionamento do problema – refere-se à apresentação de um relatório do trabalho desenvolvido pelos grupos, após o trabalho individual e coletivo dos estudantes (Lopes et al., 2011). Nesta fase, pode-se “[...] considerar a manutenção e a exclusão de ideias iniciais, a apreensão de novos conhecimentos, a inserção (se necessário) de novas questões de aprendizagem e a reformulação das estratégias do plano de ação” (Lopes et al., 2011, p. 1278).

A quinta fase – Elaboração e apresentação dos produtos – se constitui como instrumento da avaliação dos estudantes, considerando-se, por exemplo:

a capacidade e a evolução da autonomia e da organização dos estudantes para resolver situações complexas; a capacidade de desempenhar trabalhos em grupos (onde surgem divergências de opiniões); o incremento de competências para se fazer compreender em comunicações orais e escritas; a ampliação da responsabilidade por parte do próprio aprendiz no seu processo de aprendizagem e o desenvolvimento da sua capacidade de aprender a aprender (Lopes et al., 2011, p. 1278).

Em síntese, as fases da ABP estão ilustradas na figura 2.

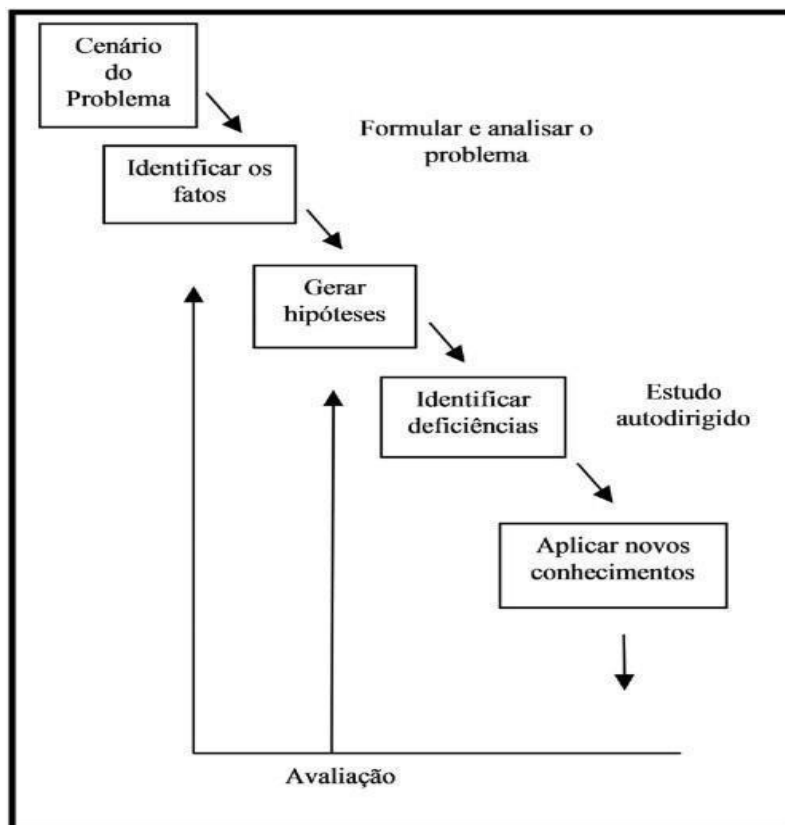


Figura 2: Ciclo de aprendizagem da ABP Fonte: Lopes et al (2011, p. 1276).

Embora não tenhamos seguido à risca os ciclos de aprendizagem da ABP (Torp; Sage, 2002 citados por Lopes et al., 2019) e as fases propostas por Robert Delisle citado por Lopes et al (2011, p. 1277), podemos dizer que nessa dissertação, para a elaboração da intervenção pedagógica, buscamos considerar alguns aspectos desses ciclos e fases, como, por exemplo, identificação de informações sobre o problema e dos conhecimentos prévios dos estudantes, estabelecimento de relações com o problema, elaboração e apresentação dos produtos, atividades de socialização e debate com os estudantes e socialização das soluções apresentadas pelos grupos para a solução do problema. Por isso, cabe ressaltar que trabalhamos nesta dissertação na perspectiva da ABP buscando aproximações possíveis no contexto da sala de aula de Química.

3.1.3.3 O Papel do aluno e do professor

Quanto ao papel do estudante na ABP, destacamos que essa metodologia é centrada nele. Nesse contexto, aos estudantes são delegadas algumas tarefas, como, por exemplo, “exploração

do problema, levantamento de hipóteses, identificação de questões de aprendizagem e elaboração das mesmas” (Ribeiro, 2008, p. 36).

Como a responsabilidade de produzir o próprio conhecimento fica a cargo do aluno, o professor tem a função de observá-los e verificar como interagem uns com os outros e como estão aprendendo, pois, a partir da ABP, os estudantes têm a necessidade de se expressar, interagir entre si e com o professor. Na ABP, o professor sai da condição de detentor do saber para a de mediador e o estudante de mero expectador para o de provedor do seu próprio processo de aprendizagem.

De acordo com Kubrusly et al. (2018), na ABP o tutor (o professor) assume diferentes papéis tais como: o de controlador (posição mais central) em determinadas etapas no sentido de conduzir a um ponto de convergência; o de direcionador no monitoramento e direção das discussões com os estudantes; o de gerente na promoção da participação e envolvimento de todos os estudantes; o de facilitador guiando e instigando os estudantes na busca de soluções para o problema; o de suporte ao oferecer aos estudantes informações e experiências; e o de mediador do processo em caso de conflitos e discordâncias entre os estudantes. Na figura 3 ilustramos os papéis assumidos pelo professor na ABP.



Figura 3: Papéis do professor na ABP **Fonte:** Kubrusly et al. (2018, p. 17).

Segundo Lopes et al. (2011, p. 1278), “o professor que se utiliza da PBL possui a difícil tarefa de orientar os estudantes, porém, sem determinar rigidamente o percurso de aprendizagem dos mesmos”.

Vale salientar, segundo Lopes et al (2011, p. 55), que “[...] a ideia que melhor facilita o entendimento das funções do tutor é a de um ‘professor orientador’”, dado que na ABP o professor é geralmente denominado de tutor. Entretanto, ainda segundo esses autores:

além da função de orientador, os professores poderão atuar como professores tradicionais ou como consultores em determinados momentos no decorrer dos ciclos de aprendizagem da ABP, discutindo e expondo temas específicos, norteados o trabalho. [...]. Desta forma, nos cursos baseados em ABP, a ideia do papel de “orientadores” e “professores”, [...] indicam, de

forma bastante objetiva duas funções pedagógicas distintas, mas complementares no processo de ensino-aprendizagem, [...] (Lopes et al., 2011, p. 55).

Portanto, esses autores, na ABP, utilizam o termo professor orientador como sinônimo de tutor, e nesta dissertação também adotamos o termo professor nesse sentido.

3.1.3.4 O trabalho em grupo

No trabalho em grupo, procurando juntos alternativas para solucionar o problema, os estudantes exercitam o saber expor o que pensam, o saber ouvir, concordar ou discordar, inclusive mediar conflitos, desenvolvendo a sua capacidade de argumentação, cooperação e respeito à opinião dos outros (Lopes et al., 2011).

Segundo Kubrusly et al. (2018, p. 19), “o domínio do trabalho em grupo é entendido como a capacidade de mobilizar os recursos coletivos do grupo para aumentar a aprendizagem de todos os seus membros”.

3.1.3.5 A avaliação na Aprendizagem Baseada em Problemas

Segundo Lopes et al (2019), a avaliação na ABP caracteriza-se como processual e formativa. Ainda segundo esses autores, na ABP:

A avaliação se dá de maneira formativa ao longo de todo o ciclo de aprendizagem, permitindo o acompanhamento de todo processo de construção de conhecimento por parte dos aprendizes, acompanhando o progresso deles. Voltado para a aprendizagem, o processo avaliativo torna-se um instrumento valioso no fornecimento de subsídios para intervenções de aprimoramento das próprias estratégias de ensino (Lopes et al, 2019, p. 63).

Ainda segundo Lopes et al (2019), na ABP, avaliação em uma perspectiva formativa pode considerar três aspectos, os quais são: a autoavaliação em que o estudante avalia seu trabalho; a avaliação por pares que trata da avaliação dos outros componentes do grupo na busca pela solução ao problema; e a avaliação do professor.

E nesse processo, cabe aos estudantes o reconhecimento do trabalho dos colegas e a atuação como agentes de sua aprendizagem reconhecendo o seu trabalho e, cabe ao professor, o esclarecimento e compartilhamento dos objetivos de aprendizagem, a organização das atividades criando um ambiente que favoreça aos estudantes expressarem suas ideias, o feedback aos estudantes (Lopes et al, 2019).

Corroborando com a discussão sobre a avaliação na ABP, Rocha (2014) considera a dimensão formativa e emocional da avaliação. Segundo esta autora, a avaliação formativa dar ênfase na participação, no trabalho em grupo e na “qualidade das contribuições” dos estudantes com o uso por exemplo, de fichas de avaliação, e a avaliação emocional, por sua vez, tem como foco no monitoramento da “motivação e engajamento” dos estudantes no processo e para isso pode ser usada entrevista e/ou questionário individual ou coletivamente (Rocha, 2024, p. 14).

3.1.3.6 Dificuldades para a implementação da Aprendizagem Baseada em Problemas

Algumas dificuldades podem ser postas quando se adota a ABP. Lopes et al (2019) apresentam algumas delas, como, por exemplo: dificuldades dos estudantes em ter autodisciplina para abordar “problemas desconhecidos e possivelmente complicados” (p. 36); dificuldades do professor na orientação dos estudantes e na produção de matérias didáticos; a insegurança do professor; dificuldade dos estudantes em relação à mudanças na forma de avaliação; e dificuldade do professor em enfatizar a aprendizagem de conteúdos escolares e não dimensionar apenas o processo.

Assim, embora destacamos diversas possibilidades que a ABP traz para o processo de ensino e aprendizagem, em contrapartida, o trabalho extraclasse do professor é redobrado, os trabalhos a serem corrigidos podem vir mais diversificados, inesperados e surpreendentes inclusive, vindo de grupos de estudantes ou estudantes dos quais não se espera, se comparado com a assimilação de conteúdos por eles numa aula tradicional.

Além disso, entendemos que corrigir esses trabalhos requer muita atenção do professor, pois não se trata de perguntas das quais temos as respostas de pronto, muitas vezes, o professor tem que ler, reler e tentar entender o que o estudante quis dizer e ainda corrigir e tudo isto requer tempo.

Por fim, para além das discussões tecidas sobre a ABP, entendemos como necessário conhecermos e mapearmos trabalhos publicados sobre a ABP no ensino de Química. Nessa perspectiva, realizamos uma revisão sistemática da literatura.

3.1.4 A aprendizagem baseada em problemas no ensino de química: uma revisão sistemática da literatura

Nas pesquisas sobre ensino de Química, diferentes trabalhos lançam mão da ABP. Para discutimos alguns desses trabalhos, realizamos uma busca no Portal de Periódicos da CAPES, tomando como descritores: ensino de química; abordagem baseada em problemas.

Foram mapeados 26 artigos, entretanto a partir critérios de inclusão dos artigos, os quais foram: os descritores no título, resumo e/ou palavras-chave; acesso aberto; recorte temporal de 2019 a 2024; produção nacional; revisado por pares; área de Ciências Humanas; e no idioma em português, apenas quatro artigos foram analisados.

No quadro 2 apresentamos os quatro artigos selecionados para a revisão da literatura.

Quadro 2: Artigos analisados na revisão da literatura sobre a ABP no ensino de Química

Periódico	Título	Autores	Ano de publicação
Educación Química	Avaliação da aplicação da metodologia aprendizagem baseada em problemas na disciplina de tecnologia da informação e comunicação no ensino de química	Ivoneide Mendes da Silva, Walquíria Castelo Branco Lins, Marcelo Brito Carneiro Leão	2019
Interfaces Científicas	Aprendizagem baseada em problemas por meio da temática coronavírus: uma proposta para ensino de química	Fernando Vasconcelos de Oliveira, Vanessa Candito, Leonan Guerra, Maria Rosa Chitolina Schetinger	2020
Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia	A aprendizagem baseada em problemas (ABP) aplicada ao ensino de Química Inorgânica: as cores dos minerais	Renata Nunes	2022
ENCITEC - Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista	Explorando temáticas da sustentabilidade numa disciplina de química inorgânica para engenharias - um estudo piloto de aprendizagem baseada em problemas	Marcelo H. Herbst, Leonardo Ferreira	2023

Fonte: Autora (2025).

No artigo intitulado **Avaliação da aplicação da metodologia aprendizagem baseada em problemas na disciplina de tecnologia da informação e comunicação no ensino de química**, os autores Ivoneide Mendes da Silva, Walquíria Castelo Branco Lins, Marcelo Brito Carneiro Leão (2020) têm o objetivo de avaliar:

A aplicação da metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) na disciplina de Tecnologia da Informação e Comunicação no Ensino de Química (TICEQ) de uma universidade pública brasileira, no intuito de analisar se a mesma proporciona aos estudantes um processo formativo mais crítico quanto às discussões sobre a integração das TIC no ensino de Química (Silva et al., 2019, p. 64).

Do ponto de vista metodológico, a pesquisa foi de natureza qualitativa com o uso da observação, a videogravação e a coleta de documentos. Os resultados apontam que “a implementação da PBL favoreceu uma melhor reflexão quanto à inserção das TIC no ensino de Química, como também incentivou que os estudantes refletissem sobre sua futura prática docente” (Silva et al., 2019, p. 64).

No artigo intitulado **Aprendizagem baseada em problemas por meio da temática coronavírus: uma proposta para ensino de química**, os autores Fernando Vasconcelos de Oliveira, Vanessa Candito, Leonan Guerra, Maria Rosa Chitolina Schetinger têm o objetivo de “avaliar as percepções dos estudantes acerca das atividades, durante o ensino remoto, comparando o uso da metodologia ativa em relação a atividades tradicionais de ensino” (Oliveira et al., 2020, p. 113).

Quanto aos aspectos metodológicos, a pesquisa foi de natureza qualitativa e contou com a participação de 285 estudantes do ensino médio de uma escola pública estadual do Rio Grande do Sul, no período da pandemia pelo Corona vírus.

Segundo os autores, os resultados demonstraram que a ABP dinamizou o ensino remoto, ofereceu uma nova metodologia para o ensino e “o material agregou conhecimento por cercar-se uma temática atual, estimulou o envolvimento dos alunos na busca por respostas e permitiu estimular o interesse dos estudantes frente à manutenção de suas atividades escolares” (Oliveira et al., 2020, p. 120).

No artigo intitulado **A aprendizagem baseada em problemas (ABP) aplicada ao ensino de Química Inorgânica: as cores dos minerais**, a autora tem como objetivo “analisar a aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na disciplina Química Inorgânica” (Nunes, 2022, p.).

Do ponto de vista metodológico, a pesquisa foi caracterizada como qualitativa, foi desenvolvida no curso de Licenciatura em Química na disciplina de Química Inorgânica de um Instituto Federal brasileiro e contou com a participação de 16 estudantes.

Para Nunes (2022), como resultado:

Este estudo mostrou que esse tipo de estratégia os desafia e motiva a buscar e aprender novas informações e tentar aplicá-las ao problema apresentado. A maior dificuldade

relatada por eles foi encontrar as informações para responder à pergunta, pois não estavam nos livros de Química Inorgânica. [...]. A habilidade de aprender a buscar as informações e utilizá-las em um contexto diverso faz parte do que se espera de um futuro professor. Além disso, esse contato com metodologias ativas, enquanto discentes, pode incitá-los a utilizá-las quando estiverem atuando em sala de aula.

Explorando temáticas da sustentabilidade numa disciplina de química inorgânica para engenharias - um estudo piloto de aprendizagem baseada em problemas, artigo de autoria de Marcelo H. Herbst e Leonardo Cunha Ferreira, tem como objetivo “[...] desenvolver e realizar um estudo-piloto de aplicação da ABP numa turma da disciplina de Química Inorgânica para Engenharias numa universidade pública brasileira” (Herbst; Ferreira, 2023, p. 223).

A pesquisa realizada foi qualitativa a partir de um relato de experiência, ocorreu no contexto da pandemia de Covid-19 e contou com a participação de 18 alunos.

De acordo com os autores, os resultados apontam que:

[...] foi possível interagir com os alunos e estimular o trabalho em equipe, contribuindo para mitigar os efeitos do isolamento social que caracterizou o ensino durante a pandemia de Covid-19. Os temas dos problemas aqui relatados tangenciam a importante questão da sustentabilidade, e as soluções apresentadas pelos alunos mostram claramente que a utilização das metodologias ativas é um caminho para fomentar o pensamento crítico em disciplinas formalmente neutras, como a Química Inorgânica. O público-alvo formado por estudantes de engenharias se mostrou interessado, responsável, competente e criativo, ultrapassando inclusive as expectativas iniciais dos professores. [...], este estudo piloto cumpriu seu propósito de mostrar a viabilidade da proposta metodológica (Herbst; Ferreira, 2023, p. 228).

Considerando os trabalhos discutidos a partir da revisão sistemática da literatura desenvolvida, percebemos que: os trabalhos têm objetivos diversos; as pesquisas formam aplicadas em diferentes níveis de ensino – médio e superior; a abordagem qualitativa dos dados esteve presente nos trabalhos mapeados e todos os autores apontam possibilidades da ABP para o ensino de Química, o que corrobora o interesse de trabalhamos nesta pesquisa no ensino de Química no Ensino Médio na perspectiva da ABP. Vale destacar que dos quatro trabalhos analisados, três deles foram desenvolvidos no ensino superior. E isso nos leva a dizer que, nas condições em que foi realizada (fonte de dados, recorte temporal e critérios de inclusão) essa revisão sistemática da literatura, a quantidade de trabalhos sobre a ABP no ensino de Química desenvolvidos no Ensino Médio foi incipiente.

3.2 A QUÍMICA, O COMPONENTE CURRICULAR QUÍMICA NA BNCC E NO CURRÍCULO DE PERNAMBUCO: POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE QUÍMICA

NA PERSPECTIVA DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Com o avanço da tecnologia e à medida que novos conhecimentos foram adquiridos, a Química se destacou como uma ciência central no desenvolvimento de diversas áreas, tornando-se indispensável na contemporaneidade. Entendemos que a Química não apenas contribui para nossa compreensão do mundo natural, mas também possibilita a criação de novas disciplinas como biologia molecular, ciências dos materiais e nanotecnologia. Essas áreas emergentes, por sua vez, abriram novas fronteiras na pesquisa científica e no desenvolvimento de tecnologias inovadoras.

Um dos aspectos mais importantes da Química é sua contribuição para o desenvolvimento sustentável. A Química Verde, por exemplo, busca minimizar o impacto ambiental ao reduzir a produção de rejeitos perigosos e ao desenvolver processos mais eficientes e ecológicos. Além disso, destacamos que a Química tem um papel crucial na produção de novos medicamentos, permitindo avanços significativos na medicina e melhorando a qualidade de vida da população.

Na educação, entendemos que a disciplina de Química vai além do ensino de teorias abstratas. Ela busca preparar os estudantes para serem cidadãos críticos e informados, capazes de compreender e resolver problemas complexos que surgem em nosso cotidiano. De acordo com Santos (2011, p. 303):

[...] a educação em Química deve, também, desenvolver no indivíduo o interesse pelos assuntos sociais vinculados à Química, de forma que ele assuma uma postura comprometida em buscar posicionamentos sobre o enfrentamento dos problemas ambientais e sociais vinculados às aplicações da Química na sociedade (Santos, 2011, p. 303).

Consideramos que isso inclui a capacidade de avaliar o impacto dos produtos químicos no meio ambiente e na saúde, bem como a compreensão dos processos que levam à inovação tecnológica.

Entendemos que a Química, enquanto componente curricular, pode proporcionar uma formação abrangente que integra conhecimentos de diferentes áreas e aplica esses conhecimentos em contextos práticos. É esperado que os estudantes vejam a Química como uma parte integrante e relevante de suas vidas, e não apenas como um conjunto de fórmulas, por exemplo.

Ainda no âmbito educacional, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da

Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE) (Brasil, 2018).

Nesse documento, a Química, enquanto componente curricular, busca um ensino abrangente, alinhando os conteúdos a aplicações práticas do cotidiano, conforme os eixos traçados pela BNCC. Estes eixos incluem: Matéria e suas Transformações, Energia, e Propriedades dos Materiais e suas Aplicações.

O detalhamento de cada um desses eixos está apresentado no Quadro 3.

Quadro 3: Detalhamento dos eixos propostos na BNCC

Eixos	Descrição
Matéria e suas Transformações	O eixo “Matéria e suas Transformações” aborda a constituição, propriedades e transformações da matéria. A ênfase está na compreensão das reações químicas, na conservação da matéria e da energia, e nas leis e princípios que regem essas transformações. Este eixo é fundamental para que os alunos compreendam como a química está presente em diversos aspectos de suas vidas diárias, desde a culinária até os processos industriais. Ao promover a compreensão dos fenômenos químicos e físicos cotidianos, os estudantes desenvolvem uma base sólida para aplicar esses conhecimentos de maneira prática e crítica.
Energia	O eixo “Energia” foca nas diferentes formas de energia, suas transformações e seu papel nos processos químicos. A BNCC incentiva a exploração das relações entre energia e matéria, os ciclos bioquímicos e os impactos das diversas formas de utilização de energia no ambiente e na sociedade. Compreender a energia e suas transformações é crucial para abordar questões contemporâneas, como a crise energética e as mudanças climáticas. Ao explorar esses conceitos, os alunos são incentivados a pensar criticamente sobre o consumo de energia e a busca por fontes sustentáveis, o que é vital para o desenvolvimento de soluções inovadoras e ambientalmente responsáveis.
Propriedades dos Materiais e suas Aplicações	O eixo “Propriedades dos Materiais e suas Aplicações” trata das propriedades físicas e químicas dos materiais, suas aplicações e a relação dessas propriedades com a estrutura atômica e molecular. A BNCC enfatiza a importância do conhecimento sobre materiais para a inovação tecnológica e a sustentabilidade. Este eixo prepara os estudantes para compreenderem a ciência dos materiais, essencial para o desenvolvimento de novas tecnologias e produtos. A familiaridade com as propriedades dos materiais permite que os alunos vejam como a ciência pode ser usada para resolver problemas práticos, melhorar a qualidade de vida e promover a sustentabilidade.

Fonte: BNCC (Brasil, 2018).

Na BNCC o componente curricular Químico compõe a Área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, junto com a Física e a Biologia, cujo objetivo é promover um conhecimento científico aplicado ao cotidiano, permitindo que os alunos compreendam e relacionem os fenômenos químicos com o mundo ao seu redor (Brasil, 2018). Além disso, este documento estabelece diretrizes que visam desenvolver os estudantes de forma abrangente e integrada buscando fomentar competências essenciais que capacitem os estudantes a serem cidadãos críticos, participativos e atuantes na sociedade (Brasil, 2018)).

Nesse sentido, consideramos que o objetivo da BNCC para a área de Ciências da Natureza e suas tecnologias abre possibilidades para a implementação da ABP nas aulas de Química, como estamos propondo nesta pesquisa, dado que a ABP é uma metodologia de ensino que coloca os estudantes no centro do processo de aprendizagem, incentivando-os a resolver problemas reais e relevantes diante de situações do cotidiano deles.

Esperamos que a integração da ABP ao ensino de Química possa transformar a experiência educacional, tornando-a mais relevante, envolvente e eficaz, preparando os alunos não apenas para exames, mas para a vida. Sabemos que ciência busca explicar o que está em nossa volta, não fazendo sentido ensinar a ciência pela ciência, então se faz necessário trazer algo do dia a dia, vivenciado pelo aluno para que ele possa, de forma gradativa, ir se aprofundando, se envolvendo até chegar no conhecimento técnico e científico, percebendo a aplicabilidade dos conteúdos no mundo ao seu redor e discutindo suas descobertas com os demais colegas. Nesse processo, o aluno pode se tornar mais reflexivo e entender a importância do estudo da Química, mantendo-se motivado e interessado em aprofundar-se nas etapas mais complexas dos conteúdos desta disciplina.

Considerando que para trabalhar na perspectiva da ABP o contexto é um dos componentes centrais do problema (Pinho; Lopes, 2019, p. 78) que deve estar relacionado “ao contexto profissional e/ou ao cotidiano do estudante, visando à melhoria na retenção e aplicação do conteúdo a situações reais”, optamos nesta pesquisa pelo contexto do Derramamento de óleo no litoral pernambucano, como mencionado na introdução desta dissertação. Optamos por esse contexto considerando que ele foi um episódio que aconteceu em 2019 nas praias do litoral nordestino, mais especificamente, no litoral pernambucano, que ficou conhecido como o derramamento de óleo nas praias, que causou muitos prejuízos sociais e ambientais.

Nesse sentido, observamos que no Organizador Curricular por Bimestre da Formação Geral Básica (FGB) para o componente curricular Química do Estado de Pernambuco (Pernambuco, 2023), na 3ª série do Ensino Médio, um dos objetos de conhecimento é: a Química do petróleo, com ênfase na caracterização dos hidrocarbonetos. Petróleo como matéria-prima para diversos setores da indústria e economia. Petróleo como recurso esgotável e poluidor à luz da química orgânica. Ciclo dos elementos carbono, enxofre e nitrogênio.

Ainda segundo esse documento, para este respectivo objeto de conhecimento, as habilidades da área Ciências da Natureza e suas tecnologias (CNT) segundo a BNCC são: (EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e

simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros); e (EM13CNT203QUI12PE) Discutir os prejuízos e benefícios do uso de combustíveis fósseis a partir de critérios ambientais, econômicos e das características regionais, considerando a importância da eficiência energética do petróleo como combustível e principal matéria-prima para os diversos setores da economia, sua condição de fonte de recurso esgotável e poluidora, estabelecendo relação com a química orgânica. Química do petróleo, com ênfase na caracterização dos hidrocarbonetos. Petróleo como matéria-prima para diversos setores da indústria e economia. Petróleo como recurso esgotável e poluidor à luz da química orgânica. Ciclo dos elementos carbono, enxofre e nitrogênio.

E a habilidade específica desse componente, no Organizador Curricular por Bimestre da Formação Geral Básica (FGB) para o componente curricular Química do Estado de Pernambuco (Pernambuco, 2023) é: (EM13CNT203QUI12PE) Discutir os prejuízos e benefícios do uso de combustíveis fósseis a partir de critérios ambientais, econômicos e das características regionais, considerando a importância da eficiência energética do petróleo como combustível e principal matéria-prima para os diversos setores da economia, sua condição de fonte de recurso esgotável e poluidora, estabelecendo relação com a química orgânica.

Dessa forma, considerando o objeto de conhecimento - Química do petróleo, com ênfase na caracterização dos hidrocarbonetos. Petróleo como matéria-prima para diversos setores da indústria e economia. Petróleo como recurso esgotável e poluidor à luz da química orgânica. Ciclo dos elementos carbono, enxofre e nitrogênio (Pernambuco, 2023), podemos dizer que ele abre possibilidades para considerarmos o Derramamento de óleo no litoral pernambucano como contexto problemático na perspectiva da ABP no ensino de Química, e neste sentido, discutimos sobre ele no próximo tópico.

3.3 DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO LITORAL PERNAMBUCANO COMO CONTEXTO DO PROBLEMA NA PERSPECTIVA DA ABP

A zona costeira do Brasil é uma região de grande diversidade ambiental que abriga uma variedade de ecossistemas, como praias arenosas, campos de dunas, restingas, manguezais, estuários, costões rochosos, recifes de coral e zonas marinhas, além da Mata Atlântica (Pinheiro; Freitas; Cortes, 2018). Cada um desses ambientes possui características físicas, químicas e biológicas únicas que os diferenciam uns dos outros, gerando uma grande diversidade de espécies e suas interações (Pinto et al., 2006).

Destacamos que Pernambuco tem um polo petroleiro e é banhado pelo oceano atlântico que serve de rota para navios que transportam petróleo. Desse modo, o Estado tem riscos eminentes de sofrer consequências resultantes de derramamento de óleo que pode acontecer por colisões, naufrágios e vazamentos.

Em agosto de 2019 ocorreu o maior desastre ambiental causado por petróleo no litoral do Brasil com origem desconhecida, envolvendo aproximadamente 5 mil toneladas de resíduos oleosos, 4 mil quilômetros de costa, 1.009 praias de 11 estados brasileiros e 55 unidades de conservação. Na figura 4, ilustramos um homem limpando óleo na Praia dos Gringos - Ba



Figura 4: Homem limpando óleo na Praia dos Gringos - Ba

Fonte: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/10/11/manchas-de-oleo-em-praias-do-nordeste-fotos.ghtml>

“Essa poluição é um incidente que foge dos padrões. Infelizmente, não conseguimos visualizar uma mancha antes que toque a costa. Como esse óleo vem flutuando submerso, não há tanta facilidade”, admite o comandante Alvaristo Nagem Dair Júnior, coordenador do Grupo de Acompanhamento e Avaliação (GAA) da Marinha para o desastre, montado em Salvador. (Notícia do Diário de Pernambuco publicada em 22/10/2019 e disponível em: <https://impresso.diariodepernambuco.com.br/noticia/cadernos/vidaurbana/2019/10/o-perigo-do-oleo-submerso.html>). Em reportagem da UOL, publicada em 2020:

O "óleo invisível" também foi percebido praia de Cupe, no município de Ipojuca, litoral sul do estado de Pernambuco. As águas claras convidaram a professora universitária Caroline Vieira Feitosa, 40, e o namorado, Charles Silva 45, para um mergulho junto com a família e sua cadela, em dezembro (Disponível em <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2020/01/15/oleo-praia-banhistas-nordeste.htm>).

As tartarugas, e principalmente os filhotes que precisam voltar para o mar, ficaram com sua existência comprometida com o óleo grudado no seu corpo. A figura 5 ilustra uma tartaruga coberta por óleo, encontrada no Pontal de Coruripe- Al.

derramado na água. Existem oito principais tipos de processos de intemperismo: espalhamento, evaporação, dispersão, emulsificação, dissolução, oxidação, sedimentação e biodegradação.

Além disso, esse óleo apresentou as seguintes características: “alta viscosidade; altas concentrações de hidrocarbonetos de cadeia média e longa; baixas concentrações de hidrocarbonetos aromáticos; densidade próxima à da água; baixo potencial de biodegradação; e tendência a persistir no meio ambiente” (2020, p. 10):

Ainda segundo o respectivo Relatório, o óleo derramado nas praias foi classificado como Grupo 4, ou seja, como óleos pesados, cujos comportamentos são:

baixos níveis de evaporação do óleo flutuando no mar ou depositado na costa e, consequentemente, baixas concentrações de hidrocarbonetos no ar nas proximidades do óleo; o óleo é persistente, ou seja, é provável que permaneça no ambiente por um longo período se não for coletado; o óleo tem uma densidade próxima à da água do mar e, portanto, pode afundar ao encontrar água salobra ou ao se misturar com material sedimentar ou resíduos; os baixos níveis de compostos aromáticos no óleo estão relacionados a uma baixa toxicidade potencial para organismos marinhos; e a alta viscosidade e densidade implicam em recobrimento e potencial sufocação física de organismos marinhos na costa se entrarem em contato direto com o material (2020, p. 10).

Segundo Baird e Cann (2011, p. 296), “o petróleo, ou óleo cru, é uma mistura complexa de centenas de compostos, muitos dos quais são hidrocarbonetos; as proporções de compostos variam de um campo petrolífero a outra”, sendo altamente inflamável, apresentando densidade menor que a água, odor característico e cor que varia do negro ao âmbar (Thomas et al., 2001; Pena et al., 2020).

Nesse sentido, destacamos os Hidrocarbonetos são constituintes do petróleo. Além disso, o objeto de conhecimento – Química do petróleo, com ênfase na caracterização dos hidrocarbonetos. Petróleo como matéria-prima para diversos setores da indústria e economia. Petróleo como recurso esgotável e poluidor à luz da química orgânica. Ciclo dos elementos carbono, enxofre e nitrogênio (Pernambuco, 2023) – envolve a abordagem dos Hidrocarbonetos. Logo discutimos no tópico que segue sobre os Hidrocarbonetos enquanto um dos constituintes do petróleo e objeto de conhecimento químico.

3.4 HIDROCARBONETOS: CONSTITUINTES DO PETRÓLEO E OBJETO DE CONHECIMENTO DA QUÍMICA

Os Hidrocarbonetos fazem parte da constituição do petróleo. De acordo com Brown, Le May e Bursten (1997, p. 611), “o petróleo é uma mistura complexa de compostos orgânicos, **principalmente** de hidrocarbonetos, com quantidades menores de outros compostos orgânicos contendo nitrogênio, oxigênio e enxofre” (grifo nosso).

Os Hidrocarbonetos são “compostos de carbono e hidrogênio”, sendo “a classe mais simples dos compostos de carbono” e são divididos em grupos de acordo com a sua estrutura, são eles: alcanos, alcenos, alcinos, alcadienos, cicloalcanos, cicloalcenos e aromáticos (Brown; Le May; Bursten, 1997, p. 606).

Os alcanos são os hidrocarbonetos alifáticos e apresentam átomos de carbono e hidrogênio que se ligam através de ligações simples, ou seja, são constituídos de “hidrocarbonetos que só têm ligações simples [...], são hidrocarbonetos saturados” (Brown, LeMay e Bursten, 1997, p. 606). A gasolina, por exemplo, “é uma mistura de hidrocarbonetos voláteis contendo proporções variadas de hidrocarbonetos aromáticos, além dos alcanos” (Brown, LeMay; Bursten, 1997, p. 611).

Os alcenos são grupos de hidrocarbonetos de compostos alifáticos e que se diferem dos alcanos. Sendo “[...] também chamados de olefinas, são hidrocarbonetos que têm uma ligação dupla [...]” (Brown, LeMay; Bursten, 1997, p. 606).

Os alcinos são hidrocarbonetos de cadeia aberta que têm uma ligação tripla, [...], como o acetileno” (Brown, LeMay; Bursten, 1997, p. 606). Os alcadienos, **por sua vez**, são compostos alifáticos e insaturados que apresentam duas ou mais ligações duplas entre carbonos. Os ciclanos são hidrocarbonetos cíclicos e saturados formados por ligações simples. Isto é, “são constituídos com átomos de carbono tetraédricos ligados em forma de anel” (Kotz; Treichel, 2009, p. 393) e os ciclenos são hidrocarbonetos cíclicos e insaturados, formados por ligação dupla.

Por fim, nos hidrocarbonetos aromáticos, “os átomos de carbono estão ligados num anel fechado, plano, unidos por ligações σ e π ” (Brown, LeMay; Bursten, 1997, p. 607).

Outro aspecto a destacar refere-se a algumas propriedades dos hidrocarbonetos. Por ter baixa polaridade, os hidrocarbonetos, formados por carbono e hidrogênio, “são classificados como quimicamente inertes, ou seja, apresentam baixa reatividade e são insolúveis em líquidos polares” (Yonashiro, 2006, p. 22).

4. METODOLOGIA

Esta pesquisa teve uma abordagem qualitativa dos dados. A pesquisa qualitativa:

faz referência a uma ampla gama de perspectivas, modalidades, abordagens, metodologias, desenhos e técnicas utilizadas no planejamento, condução e avaliação de estudos, indagações ou investigações interessadas em descrever, interpretar, compreender, entender ou superar situações sociais ou educacionais consideradas problemáticas pelos atores sociais que são seus protagonistas ou que, por alguma razão, eles têm interesse em abordar tais situações num sentido investigativo (Jacob, 1987; Jordan, 2018 citados por González, 2020, p. 156).

Logo, nesta dissertação o foco foi o de descrevermos e interpretarmos compreensões de estudantes do 3º ano do Ensino Médio acerca do conteúdo de Hidrocarbonetos no contexto de uma intervenção pedagógica fundamentada na Aprendizagem Baseada em Problema tendo o Derramamento de Óleo no Litoral Pernambucano como contexto, sem considerarmos para isso dados estatísticos, por exemplo.

Adicionalmente, adotamos pressupostos da pesquisa do tipo Interventiva, considerando que:

As Pesquisas de Natureza Interventiva seriam práticas que conjugam processos investigativos ao desenvolvimento concomitante de ações que podem assumir natureza diversificada. Neste texto, nosso argumento nuclear é o de que o termo Pesquisas de Natureza Interventiva (PNI) pode ser utilizado com vantagem para enquadrar uma multiplicidade de modalidades de pesquisa caracterizadas por articularem, de alguma forma, investigação e produção de conhecimento, com ação e/ou processos interventivos (Neto, Teixeira, 2017, p.1).

Nessa perspectiva, conjugamos pesquisa e seus aspectos teórico-metodológicos e produção de conhecimento, mais especificamente, à produção de conhecimento que nos permitiu o atendimento ao objetivo delineado nesta pesquisa.

4.1 CONTEXTO DA PESQUISA

A pesquisa foi aplicada numa escola de ensino integral, situada no centro de Jaboatão dos Guararapes. Trata-se de uma escola de ensino médio e técnico com cursos de Logística e Redes de Computadores. A escola foi escolhida porque a professora-pesquisadora, autora dessa dissertação, faz parte do grupo docente da mesma, o que possibilitou o desenvolvimento da pesquisa.

4.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA

Participaram da pesquisa, aproximadamente, 33 estudantes com idade entre 17 e 19 anos, de uma turma de 3º ano do Ensino Médio, visto que de acordo com o documento Organizador Curricular por Trimestre da Formação Geral Básica (FGB) do estado de Pernambuco para a componente curricular Química no Ensino Médio, é nesta série que o objeto de conhecimento é voltado para a Química do petróleo, com ênfase na caracterização dos hidrocarbonetos. Petróleo como matéria-prima para diversos setores da indústria e economia. Petróleo como recurso esgotável e poluidor à luz da química orgânica (Pernambuco, 2023).

4.3 ETAPAS METODOLÓGICAS

Foram desenvolvidas cinco etapas metodológicas, a saber: 1ª etapa - elaboração do problema no contexto do derramamento de óleo no litoral pernambucano; 2ª etapa - planejamento da intervenção pedagógica para o ensino de Química na perspectiva da Aprendizagem Baseada em Problema; 3ª etapa - aplicação da intervenção didática planejada; 4ª etapa - organização e análise dos dados; 5ª etapa - produção do produto educacional.

1ª etapa metodológica: Elaboração do problema no contexto do derramamento de óleo no litoral pernambucano

De acordo com Lopes et al. (2011), na ABP os estudantes são, inicialmente, apresentados ao cenário do problema, e nesse sentido apresentamos neste momento o problema elaborado para esta pesquisa.

Corroborando com a centralidade do problema na ABP, Ribeiro (2008 apud BorochoVICIUS1; Tassoni, 2021, p. 5), destaca que:

ABP surge como uma alternativa para a construção do conhecimento, dado tratar-se de uma metodologia de ensino e aprendizagem **em que um problema é utilizado como início de discussão de um conceito ou conteúdo**, com direcionamento do professor daquilo que é produzido pelos alunos em pequenos grupos, motivando-os a pesquisar (Ribeiro, 2008 apud BorochoVICIUS1; Tassoni, 2021, p. 5) (grifos nossos).

Para a construção do respectivo problema foram considerados os componentes do Design do problema 3C3R propostos por Hung (2006 apud Silva et al., 2022), os quais são: conteúdo, contexto e conexão (componentes principais); e pesquisa, raciocínio e reflexão (componentes de processamento).

Para Pinho e Lopes (2019), os componentes principais “referem-se à adequação do problema em proporcionar o conhecimento em si, permitindo o alcance dos objetivos e metas instrucionais” (p. 75). Ainda segundo esses autores, os componentes de processamento fomentam “o engajamento significativo dos estudantes e o posterior desenvolvimento de processos cognitivos importantes, como habilidades de resolução de problemas [...], que irão auxiliar na obtenção dos resultados esperados na aprendizagem” (p. 75).

Quanto aos componentes principais do modelo 3C3R, o problema apresentado no quadro 5, foi voltado para a adequação, contextualização e integração do conteúdo (Pinho; Lopes, 2019). Nesse sentido, em relação ao conteúdo, o problema buscou abordar e discutir impacto ambiental e social do derramamento do óleo no litoral pernambucano para a abordagem do objeto de conhecimento Hidrocarbonetos, dado que estes são os constituintes principais do petróleo. O componente contexto foi considerado no problema a partir de uma situação da vida real dos estudantes (o derramamento do óleo no litoral pernambucano). O componente conexão foi considerado no momento em que, para os estudantes responderem ao problema, ou seja, proporem soluções para mitigar ou prevenir consequências do derramamento do óleo constituído por hidrocarbonetos, os estudantes precisariam apreender, por exemplo, algumas propriedades desses compostos.

Quanto aos componentes de processamento do modelo 3C3R, na elaboração do problema apresentado, buscamos considerar o componente pesquisa como uma das atividades propostas no problema visando a compreensão do mesmo. O componente raciocínio foi posto considerando que os estudantes apliquem os conhecimentos adquiridos na pesquisa na resolução do problema. Vale ressaltar que de acordo com Pinho e Lopes (2019, p. 80), “conforme o aluno pesquisa, ele raciocina sobre os resultados desse levantamento de dados e começa a construir (ou remodelar) o arcabouço cognitivo que o auxiliará a resolver o problema”. Em relação ao componente reflexão, podemos dizer que, a partir do problema, a pesquisa, a discussão e a proposição de soluções de prevenção para o derramamento de óleo podem proporcionar processos de reflexão pelos estudantes.

No quadro 4 apresentamos o problema trabalhado na intervenção pedagógica para o ensino de Hidrocarbonetos na perspectiva da ABP.

Quadro 4: O problema da intervenção pedagógica para o ensino de Hidrocarbonetos na perspectiva da ABP
Prezados estudantes,

Convidamos vocês para um desafio acadêmico de grande relevância. Em 2019, o litoral pernambucano enfrentou uma grande crise ambiental: um navio de origem desconhecida derramou uma quantidade significativa de óleo

próximo à costa que se alastrou por vários litorais, causando um dos maiores desastres ambientais do país. As praias paradisíacas, os manguezais e os recifes de coral foram tomados por uma extensa mancha negra, ameaçando a vida marinha. Tartarugas, aves e diversas espécies aquáticas sofreram com a contaminação por hidrocarbonetos, comprometendo também a economia local, dependente do turismo e da pesca.

Diante desse cenário, desafiamos vocês, enquanto cidadãos conscientes e responsáveis a pesquisarem, refletirem, discutirem e proporem soluções para mitigar ou prevenir crimes ambientais como esse.

Este desafio não apenas trará conhecimentos e habilidades, mas também oferecerá uma oportunidade única de contribuir para a preservação de um dos mais belos e frágeis ecossistemas marinhos.

Fonte: Autora (2024).

2ª etapa metodológica: Planejamento da intervenção didática na perspectiva da Aprendizagem Baseada em Problema para o ensino do conteúdo Hidrocarbonetos no contexto do derramamento de óleo no litoral pernambucano

Para o planejamento da intervenção pedagógica, foram consideradas algumas das etapas propostas por Robert Delisle citado por Lopes *et al.* (2011, p. 1277), as quais foram: “1) estabelecimento de relações com o problema; 2) construção de abordagens do problema; 3) reequacionamento do problema; e 4) elaboração e apresentação dos produtos”.

Nessa perspectiva, a primeira fase da ABP - Estabelecimento de relações com o problema - foi desenvolvida nas 1ª e 2ª aulas da intervenção pedagógica. No 1º momento da 1ª aula foi realizada a aplicação do questionário 1 com o objetivo de identificar o que os alunos sabiam sobre hidrocarbonetos.

O questionário 1, socializado no formato *Google Forms*, foi constituído das seguintes questões:

1. O que são hidrocarbonetos?
2. Onde podem ser encontrados?
3. Como se formam?
4. Por quais elementos químicos eles são formados?
5. Os hidrocarbonetos são formados por que tipo de ligação química?
6. Qual a relação entre hidrocarboneto com o derramamento de óleo?
7. Em que estados físicos encontramos os hidrocarbonetos?
8. A densidade do hidrocarboneto retirado do mar é maior ou menor que o da água?
9. Sabendo que o hidrocarboneto encontrado no mar não se mistura com a água, qual a polaridade do hidrocarboneto?
10. Que tipo de interações intermoleculares os hidrocarbonetos fazem?

No 2º momento da 1ª aula, aplicamos o questionário 2 visando a identificação do que os alunos sabiam sobre o derramamento de óleo no litoral pernambucano. Esse questionário, no formato *Google Forms*, foi composto das questões:

1. Você tem conhecimento do derramamento de óleo que ocorreu em 2019 no litoral de Pernambuco?
2. Você sabe quais as causas de um derramamento de óleo em um litoral?
3. Quais as consequências desse tipo de acontecimento?

Nesse sentido, o diagnóstico dos conhecimentos prévios dos estudantes contemplou tanto o Derramamento do óleo no litoral pernambucano quanto o conteúdo Hidrocarbonetos.

E no 3º momento da aula 1 o problema foi apresentado aos estudantes, de forma impressa em folha de papel.

Na 2ª aula, ainda na fase da ABP - Estabelecimento de relações com o problema – havíamos planejado para o 1º momento, as seguintes atividades: leitura de recortes de jornais e apresentação e discussão de recortes de jornais da época do derramamento de óleo no litoral pernambucano. Entretanto, devido ao cronograma da escola foi necessário suprimir essas atividades e elas não foram realizadas. No 2º momento da 2ª aula, houve, inicialmente, a exibição do vídeo “Vidas sob o mar de petróleo (3:33)” e, em seguida, a discussão sobre: Afinal, o que é petróleo? Sendo o petróleo formado principalmente por hidrocarboneto, o que é hidrocarboneto? Nesse 2º momento os objetivos foram criar um momento reflexivo e de discussão entre os estudantes sobre o problema, promover a percepção da comoção da sociedade que não esperou pela mobilização do poder público e incentivar a reflexão, a discussão, a criticidade e interesse dos estudantes.

No 3º momento da 2ª aula foi desenvolvida uma atividade experimental. Esta atividade buscou simular o derramamento de petróleo no mar. Esta atividade experimental foi constituída de duas etapas.

Na 1ª etapa foram realizadas duas simulações para representar os impactos de um derramamento de óleo no ambiente marinho. Foi utilizada uma cuba de vidro transparente contendo areia e água de praia e óleo queimado (para representar o óleo derramado) para simular o ambiente marinho. Um pequeno peixe (na falta de um peixe de brinquedo que não boiasse foi utilizado um imã coberto com um pedaço de bexiga de cor azul) foi içado da água contaminada e observado que seu corpo ficou coberto por uma camada espessa de óleo, demonstrando visualmente como os animais marinhos são afetados por esse tipo de poluição.

Na 2ª etapa, foi testado a retirada do óleo do sistema utilizando uma esponja nova comum, permitindo aos estudantes perceberem, na prática, a dificuldade de se remover o óleo

tanto da superfície da água quanto do corpo do peixe. A esponja, apesar de absorver parte do óleo, mostrou-se insuficiente para a limpeza completa, tanto do peixe, quanto da água, evidenciando a complexidade e os desafios enfrentados em operações reais de contenção e remoção de petróleo no mar. Na figura 7 ilustramos a atividade experimental realizada.

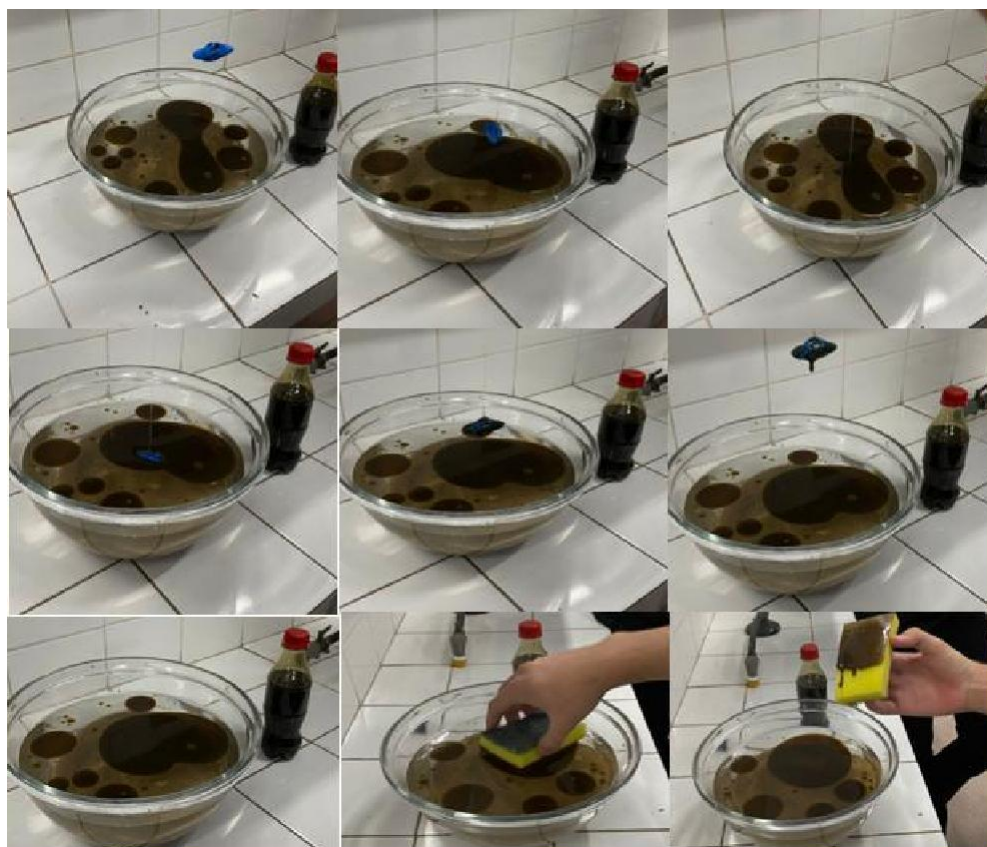


Figura 7 – Simulação de derramamento de óleo
Fonte: Autora (2025)..

Ainda na 3ª aula, buscamos contemplar a terceira e a quarta fases da ABP - Construção de abordagens do problema e Reequacionamento do problema – que contou com três momentos. Para a terceira fase da ABP: no 1º momento, foi realizada a apresentação das questões orientadoras; e no 2º momento, os estudantes fizeram a atividade de pesquisa e coleta de informações. A quarta fase da ABP, foi realizada, no 3º momento da 3ª aula, com a discussão sobre os resultados das pesquisas realizadas.

E na 4ª aula da intervenção pedagógica, buscamos atender a quinta fase da ABP - Elaboração e apresentação dos produtos. Essa aula contou com um momento único no qual os

estudantes apresentaram os produtos elaborados pelos grupos de estudantes. Os estudantes apresentaram seus produtos em formato de desenhos e de Histórias em Quadrinhos.

Em síntese, o planejamento da intervenção pedagógica constou de quatro aulas de 50 minutos cada uma, conforme o quadro 5.

Quadro 5: Planejamento da intervenção pedagógica para o ensino de Hidrocarbonetos a partir da ABP

Etapas da ABP	Aulas	Objetivos de ensino	Atividades	Recursos didáticos
Estabelecimento de relações com o problema	1ª aula	Identificar o que os alunos sabem sobre hidrocarbonetos.	1º MOMENTO: - Aplicação do questionário 1.	
		Identificar o que os alunos sabem sobre o derramamento de óleo no litoral pernambucano.	2º MOMENTO: - Aplicação do questionário 2.	
		Apresentar o problema aos estudantes	3º MOMENTO: -Apresentação do problema escrito e impresso.	Texto do problema em folha impressa
	2ª aula	Criar um momento reflexivo e de discussão entre os estudantes sobre a gravidade do problema.	1º MOMENTO: -Leitura de recortes de jornais -Apresentação e discussão de recortes de jornais da época do derramamento de óleo no litoral pernambucano.	Recortes de revistas e jornais da época.
		Promover a percepção da comoção da sociedade que não esperaram pela mobilização do poder público.	2º MOMENTO: -Exibição do vídeo “Vidas sob o mar de petróleo (3:33) - Discussão sobre: Afinal, o que é petróleo? Sendo o petróleo formado principalmente por hidrocarboneto, o que é hidrocarboneto?	Data show
		Incentivar a reflexão, a discussão, a criticidade e interesse dos estudantes.		
		Simular o derramamento do óleo na praia	3º MOMENTO: -Atividade experimental.	Materiais substâncias
Construção de abordagens do problema	3ª aula	Apresentar as questões orientadoras.	1º MOMENTO: -Apresentação das questões orientadoras. 2º MOMENTO: -Realização da atividade de pesquisa e coleta de informações.	

		Socializar os resultados da atividade de pesquisa e coleta de informações	3º MOMENTO: -Discussão sobre os resultados das pesquisas realizadas.	
Reequacionamento do problema		Analisar o reequacionamento do problema		
Elaboração e apresentação dos produtos	4ª aula	Avaliar os produtos elaborados pelos grupos de estudantes	1º MOMENTO: -Apresentação dos produtos elaborados pelos grupos de estudantes.	-Histórias em Quadrinhos -Desenho em tela

Fonte: Autora (2024).

3ª etapa metodológica: aplicação da intervenção didática planejada

A intervenção pedagógica foi aplicada em horário escolar com uma turma da 3ª série do Ensino Médio.

4ª etapa metodológica: organização e análise dos dados.

Para a análise das concepções prévias dos estudantes sobre o derramamento de óleo no litoral pernambucano e sobre o conteúdo de Hidrocarbonetos e das evoluções nas compreensões dos estudantes sobre esses aspectos, a organização dos dados seguiu a sequências dos objetivos específicos desta pesquisa. Logo, a discussão dos resultados foi voltada, inicialmente, para a análise das concepções prévias dos estudantes sobre o derramamento de óleo no litoral pernambucano e sobre o conteúdo de hidrocarbonetos. Em seguida, foram discutidos os resultados relativos às evoluções nas compreensões dos estudantes sobre o derramamento de óleo no litoral pernambucano e sobre o conteúdo de Hidrocarbonetos. E por fim, a análise voltou-se para contribuições das atividades realizadas para o desenvolvimento dos princípios da Aprendizagem Baseada em Problemas.

Vale ressaltar que para esse último bloco de análise foram consideradas como categorias analíticas, os princípios da aprendizagem, segundo (Freitas et al, 2024) os quais são: motivação epistêmica, interação com a vida real, metacognição, construção do conhecimento e interação social.

5ª etapa metodológica: elaboração do produto educacional

O Produção Educacional elaborado nesta dissertação foi uma História em Quadrinhos (HQ). De acordo com Assis e Marinho (2016, p. 119):

O gênero discursivo história em quadrinhos compõe-se basicamente de quadros que combinam imagem (linguagem não verbal) e texto (linguagem verbal). Seu veículo é o próprio quadrinho criado para transmitir uma mensagem, ou seja, é uma narrativa exposta quadro a quadro. Sua sequência de ação é obtida por meio do movimento sugerido pela história, o que exige um grande envolvimento do leitor para interpretar e coparticipar da ação.

Optamos pela elaboração de uma História em Quadrinhos como produto educacional considerando que o seu uso em sala de aula pode estimular a criatividade dos alunos, permitindo-lhes explorar e adaptar narrativas de forma dinâmica e envolvente. Justificamos nossa opção considerando que, segundo Leite (2017, p. 61):

O potencial didático-pedagógico das histórias em quadrinhos envolve diversas aplicações, tais como: incentivo à leitura, discussão de conteúdos científicos, uso da dramatização e divulgação científica. As HQs além de promoverem a prática da leitura, por aqueles estudantes que não são motivados a ler outro gênero, elas possibilitam uma aprendizagem diferenciada e marcante para o estudante.

No ensino de Química diversos trabalhos são desenvolvidos com o uso de Histórias em Quadrinhos como material didático. Leite (2017, p. 58), por exemplo, analisou “a elaboração de histórias em quadrinhos (HQs) utilizando duas ferramentas da Web 2.0 (Pixton; ToonDoo)” e contou com a participação de sessenta e quatro estudantes de Química de uma Instituição de Ensino Superior.

Kundlatsch e Cortela (2018) em seu estudo, traçaram um perfil de base Cienciométrica sobre as Histórias em Quadrinhos (HQs) no Ensino de Química em anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ). Como um dos resultados, os autores destacam “o crescimento temporal de estudos envolvendo HQs; [...]” (Kundlatsch; Cortela, 2018, p. 1).

Portanto, a História em Quadrinhos, produto educacional desta dissertação, pode se constituir como um recurso didático para a abordagem conteúdo Hidrocarbonetos a partir do derramamento de óleo no litoral pernambucano.

4.4 INSTRUMENTOS DE PRODUÇÃO DE DADOS

Os dados foram produzidos a partir dos seguintes instrumentos de pesquisa: questionário 1 e 2, registros da apresentação dos seminários e produtos elaborados pelos estudantes.

No quadro 6 os instrumentos da pesquisa estão articulados aos objetivos específicos.

Quadro 6: Instrumentos e os três primeiros objetivos específicos da pesquisa.

Instrumentos de produção de dados	Objetivos específicos
Questionários 1 e 2	Identificar as concepções prévias dos estudantes sobre o derramamento de óleo no litoral pernambucano e sobre o conteúdo de Hidrocarbonetos.
Registros da apresentação dos seminários Os produtos elaborados pelos estudantes	Analisar reformulações nas compreensões dos estudantes sobre o derramamento de óleo no litoral pernambucano e sobre o conteúdo de Hidrocarbonetos.
	Analisar contribuições das atividades realizadas para o desenvolvimento dos princípios da Aprendizagem Baseada em Problemas.

Fonte: Autora (2024).

3.5 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

Alguns cuidados com os participantes da pesquisa foram tomados, como, por exemplo, a não divulgação de nomes, imagens ou qualquer outro recurso que viole os seus direitos. Além disso, o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética na Pesquisa da UFRPE e teve seu desenvolvimento aprovado sob o PARECER N°: 7.391651/CAAE 84425024.4.00009547.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico, analisamos e discutimos os resultados desta pesquisa em relação às concepções prévias dos estudantes sobre o derramamento de óleo no litoral pernambucano e sobre o conteúdo de hidrocarbonetos, às reformulações nas compreensões dos estudantes sobre esses aspectos e às atividades da intervenção pedagógica.

5.1 ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ESTUDANTES SOBRE O DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO LITORAL PERNAMBUCANO E SOBRE O CONTEÚDO DE HIDROCARBONETOS

Para identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do conteúdo Hidrocarbonetos, no primeiro momento da primeira aula, foi aplicado um questionário 1 de 10 questões.

A primeira questão foi o que são hidrocarbonetos? As respostas dos estudantes estão descritas no quadro 7:

Quadro 7: Respostas dos estudantes para questão 1

<p>“Acho que são substâncias que são feitas apenas de carbono e hidrogênio” “São moléculas de hidro (hidrogênio) com carbono”</p> <p>“É uma espécie de óleo” “Substância encontrada no petróleo”</p> <p>“Material que muitas vezes é retirado do mar”</p> <p>“São moléculas de carbono encontrados na água” “Carbono no estado líquido ou carbono solúvel em água”</p> <p>“Está relacionado a carbonos na água de preferência água do mar” “Hidro = água carboneto = carbono”</p> <p>“Hidro → água → carbono”</p> <p>“É um carbono vindo da água, oceano, mar e etc.” “Carbono em águas” “Um tipo de sal”</p> <p>“Algo relacionado com sal, pode ser que isso seja o motivo da água do mar ser salgada”</p> <p>“Um conjunto de bicarbonato de sódio”</p> <p>“Substância branca que tem alguma ligação com bicarbonato”</p> <p>“Hidrocarbonetos são compostos químicos”. “São compostos que formam uma só molécula”.</p> <p>“São compostos formados através de elementos químicos” “É um composto químico presente no mar”</p> <p>“São algum tipo de molécula para compor substância” “Uma ligação química”</p> <p>“É um elemento químico” “É uma junção do carbono”</p> <p>“Eu acho que é óxido de carbono” “Sondagem de alguma coisa”.</p>

A partir das respostas descritas no quadro 6, podemos considerar que dos 33 estudantes que responderam a primeira questão, apenas dois deles expressaram concepções prévias mais próximas ao ponto de vista científico - “Acho que são substâncias que são feitas apenas de carbono e hidrogênio” e “São moléculas de hidro (hidrogênio) com carbono”, visto que hidrocarbonetos são compostos orgânicos, derivados do petróleo, que têm apenas carbono (C) e hidrogênio (H) na sua estrutura e correspondem a classe funcional mais simples das funções orgânicas. Ou seja, os hidrocarbonetos são compostos de carbono e hidrogênio (Brown; LeMay; Bursten, 1997).

Quanto à segunda questão - Onde podem ser encontrados? – as respostas dos estudantes estão no quadro 8:

Quadro 8: Respostas dos estudantes para questão 2

“Materiais plásticos”
 “No petróleo e em minerais”
 “Na natureza, mais especificamente na água” “Pode ser encontrado na água” “Em água”
 “No mar”
 “Nos mares e oceano”
 “No mar e no núcleo da terra”
 “No oceano ou em locais subaquáticos” “No oceano”
 “Nas células ou em alguma parte do nosso corpo ou pelo microscópio” “Nas salinas”

Sobre onde os hidrocarbonetos podem ser encontrados, dos 33 alunos que participaram da pesquisa, 28 têm ideias generalistas de onde encontrá-los, por exemplo: “Materiais plásticos” e “No mar”. Outros 2 alunos mostraram ter concepções errôneas de onde encontrar os hidrocarbonetos, exemplos: “Nas salinas” e outro respondeu “Nas células ou em alguma parte do nosso corpo ou pelo microscópio” e mais três alunos não responderam onde se encontram os hidrocarbonetos.

Quanto à terceira questão - Como se formam? As respostas dos estudantes estão no quadro 9:

Quadro 9: Respostas dos estudantes para questão 3

“Camada pré-sal”
 “Se formam através do sal”
 “Pela junção dos elementos”
 “Pelas ligações dos elementos que formam ele” “Com a junção dos elementos químicos H₂ e CO₂” “Por ligações químicas” “Por composição química”
 “Por fonte de calor”
 “Se formam com a pressão do mar” “Pela temperatura da água do mar” “Com o movimento do mar”
 “Através do consumo de algum alimento (no caso, no corpo), fora isto deve ocorrer algum processo químico para a formação” “Se condensam e são restos que vão se soltando das rochas”

A terceira questão foi sobre como se formam os hidrocarbonetos, cinco alunos mostraram coerência parcial nas suas respostas, exemplo: “Pelas ligações dos elementos que formam ele”, “Por ligações químicas”, seis alunos não foram coerentes no que responderam, por exemplo: “Por fonte de calor”, “Se formam através do sal”, dois alunos apresentaram respostas fora do contexto e vinte alunos que não responderam à questão.

Quanto à quarta questão – Por quais elementos químicos eles são formados, as respostas dos estudantes estão no quadro 10:

Quadro 10: Respostas dos estudantes para questão 4

“Carbono e hidrogênio”.
 “Sal e carbono”
 “Cloreto de sódio e carbono” “Sal, iodo e potássio” “NaCl”
 “H₂O e carbono” “Carbono”. “Hidrogênio” “Ferro”
 “CO₂ e O₂”
 “He – Men”

Quanto aos elementos químicos que formam os hidrocarbonetos, seis alunos responderam de forma coerente, de acordo com o ponto de vista científico: os hidrocarbonetos são formados “por carbono e hidrogênio”. Treze alunos de forma incoerente, de acordo com o ponto de vista científico, como, por exemplo, “Hidrogênio” e “Sal e carbono”. Um aluno respondeu fora do contexto e treze alunos não responderam à questão.

Para a quinta questão – Os hidrocarbonetos são formados por que tipo de ligação química, as respostas dos estudantes estão no quadro 11:

Quadro 11: Respostas dos estudantes para questão 5

“Ligações covalentes”
 “Ligações iônicas”
 “Por ligações bivalentes” “A partir da polarização” “He + Co” “Com carbonos e hidrogênio”. “Cloreto de sódio, talvez...”

Quanto ao tipo de ligação química dos hidrocarbonetos, apenas três alunos responderam coerentemente “ligações covalentes”, considerando o ponto de vista científico e dez alunos não mostraram coerência nas respostas, por exemplo, “Ligações iônicas”, “Por ligações bivalentes”, “A partir da polarização” e “Cloreto de sódio”. Destacamos que vinte alunos deixaram sem resposta essa questão.

Para a sexta questão – Qual a relação entre hidrocarboneto com o derramamento de óleo, as respostas dos estudantes estão no quadro 12:

Quadro 12: Respostas dos estudantes para questão 6

“Os hidrocarbonetos formam o petróleo. No caso o petróleo é uma mistura deles”
 “Eles são um dos compostos químicos encontrados no petróleo que foi encontrado”.
 “Ele faz parte da composição do petróleo” “Uma substância que compõe o petróleo”
 “Ambos estão no mar”
 “Hidrocarbonetos são encontrados no mar e o derramamento do óleo, geralmente ocorre no mar”. “Vão para o mar e são do mar” “Por não se misturar com o óleo”
 “Eles podem corroer as coisas, acaba que derramam e eles não se misturam nem com água, nem com eles”
 “Eles não se misturam” “Heterogênea, não se misturam” “Que ele tem solubilidade”
 “Afetam os mares, que é onde eles são encontrados” “Podem prejudicar o meio ambiente”
 “O óleo não se mistura com a água”
 “Acho que esse processo ajuda na formação dele”
 “O derramamento de óleo (petróleo) de certa forma “suja” o hidrocarboneto”
 “Porque eles ao serem feitos, tipo soldar algo, sai petróleo”

Quando foi perguntado aos alunos sobre a relação entre hidrocarboneto com o derramamento de óleo, apenas quatro alunos responderam corretamente, como podemos observar nas seguintes respostas - “Ele faz parte da composição do petróleo”, “Podem prejudicar o meio ambiente”. Quinze alunos responderam de forma incoerente, por exemplo: “Ambos estão no mar”, “Hidrocarbonetos são encontrados no mar e o derramamento do óleo, geralmente ocorre no mar”. E quatorze alunos não responderam à questão.

Para a sétima questão – Em que estados físicos encontramos os hidrocarbonetos, as respostas dos estudantes estão no quadro 13:

Quadro 13: Respostas dos estudantes para questão 7

“No estado líquido” “Gasoso”
 “Estado sólido” “Líquido e gasoso” “Líquido e sólido” “Sólido e gasoso” “Líquido? Ou sólido?” “Líquido ou sólido”

Na sétima questão foi perguntado em que estados físicos encontramos os hidrocarbonetos. Percebemos que 28 alunos responderam à questão, mas não tivemos nenhuma resposta coerente de acordo com o ponto de vista científico, exemplo: “estado líquido”, “Líquido ou sólido”. Cinco alunos não responderam à questão. Vale ressaltar que existem hidrocarbonetos gasosos, líquidos e sólidos (Kotz; Treichel, 2009). Em relação à oitava questão – A densidade do hidrocarboneto retirado do mar é maior ou menor que o da água, as respostas dos estudantes estão no quadro 14:

Quadro 14: Respostas dos estudantes para questão 8

“É menor”
 “Creio que seja menor que o da água” “Menos denso que a água”
 “Maior? Por isso, quando coloca na água ela desce”. “Maior, pois o sal é mais pesado”. “Maior, porque ele fica no fundo do mar”

Em relação à oitava questão, foi perguntado aos alunos se a densidade do hidrocarboneto retirado do mar é maior ou menor que o da água. De acordo com a literatura, dez alunos responderam corretamente à pergunta, por exemplo: “É menor”, “Creio que seja menor que o da água”. Vinte e dois alunos não responderam corretamente, como, por exemplo: “Maior? Por isso, quando coloca na água ela desce”, “Maior, pois o sal é mais pesado” e apenas 1 aluno não respondeu à questão.

Em relação à nona questão – Sabendo que o hidrocarboneto encontrado no mar não se mistura com a água, qual a polaridade do hidrocarboneto, as respostas dos estudantes estão no quadro 15:

Quadro 15: Respostas dos estudantes para questão 9

“Apolar”
 “Polares”
 “Polaridade molecular” “Alta”
 “A polaridade é alta já que não se adere” “Não se mistura porque são incompatíveis” “É sólida”
 “Tenso”

Na nona questão foi perguntado: Sabendo que os hidrocarbonetos encontrados no mar não se misturam com a água, qual a polaridade do hidrocarboneto? E apenas um aluno respondeu corretamente que os hidrocarbonetos são apolares, sete alunos não responderam corretamente, por exemplo: “Polares”, “A polaridade é alta já que não se adere” e vinte e cinco alunos não responderam à questão.

E por fim, para a décima questão - Que tipo de interações intermoleculares os hidrocarbonetos fazem, as respostas deles estão apresentadas no quadro 16:

Quadro 16: Respostas dos estudantes para questão 10

“Permanente” “Polarização” “Covalentes” “Não sei, mas eles se aderem as coisas” “Permanente” “Depende”
--

Na décima e última questão, que tratava das ligações intermoleculares dos hidrocarbonetos, nenhum aluno respondeu de acordo com o ponto de vista científico. Seis alunos responderam à questão de forma incoerente, por exemplo: “Permanente”, “Polarização”, “Não sei, mas eles se aderem as coisas” e vinte e sete deles não responderam à questão.

A partir das respostas dos estudantes ao questionário 1, podemos dizer, de modo geral, que a maioria expressou concepções prévias não adequadas sobre hidrocarbonetos, onde podem ser encontrados, como se formam, por quais elementos químicos eles são formados, o tipo de ligação química, a relação entre hidrocarboneto com o derramamento de óleo, estados físicos dos hidrocarbonetos, a densidade do hidrocarboneto retirado do mar é maior ou menor que o da água, a polaridade do hidrocarboneto e tipo de interações intermoleculares os hidrocarbonetos fazem.

Seguida da aplicação do questionário 1, foi aplicado um questionário 2 com 3 questões com a intenção de saber os conhecimentos acerca do derramamento de óleo no litoral pernambucano em 2019.

Quanto ao conhecimento do derramamento de óleo que ocorreu em 2019 no litoral de Pernambuco, a maioria (25) dos alunos tomaram conhecimento do ocorrido, desses 16 responderam de forma objetiva que sim. Respostas como “o derramamento foi enorme e que devido a densidade ser menor ficou tampando a parte de cima” e “várias pessoas ficaram doentes e vários animais morrer”, são evidências do conhecimento do fato. Uma aluna relatou que além de tomar conhecimento também foi afetada pelo derramamento, pois teve a pele manchada e a mancha demorou meses para sair completamente. Três alunos responderam que tomaram conhecimento pelos jornais e 2 alunos lembram que o vazamento se deu através de um navio petroleiro, outro acrescentou que lembra inclusive que houve também vazamento de uma indústria. Outro aluno, equivocadamente, justificou que canais

com esgoto e óleo foram abertos na areia inundando as águas do mar. Apenas uma pequena parte dos alunos (7) não tomaram conhecimento do ocorrido.

Com relação às causas de um derramamento de óleo em um litoral, os alunos que responderam na 1ª questão que não tinham conhecimento do derramamento de 2019 deram respostas bem diversificadas. Quatro alunos afirmam não saber as causas de um derramamento de óleo em um litoral, em contrapartida, 10 alunos acreditam que as causas sejam devido a vazamentos ou acidentes com navio. Um outro relatou que sabe "mais ou menos", demonstrando certa incerteza, mas com alguma noção sobre o derramamento. Alguns alunos culpam as empresas. Foram apontados acidentes em plataformas. Três alunos não responderam a causa do derramamento, mas citaram algumas consequências, tais como: "poluição no mar, sendo o mesmo interditado para a população usar", "diversos problemas ecológicos nas areias e nos recifes de corais, levando doenças para a população e animais" e "muitos óleos chegam nos corais e nas praias prejudicando pessoas e animais". Outras respostas foram: por acidentes, descarte incorreto ou lavagem de tanques em alto mar; por roubos dos navios que exportam petróleo ou algum tipo de óleo; por falta de responsabilidade, causando poluição; por má administração dos portos. Um aluno apresentou resposta fora do contexto "o lixo pode ser uma das causas".

Quanto as consequências desse tipo de acontecimento mesmo não tendo conhecimento do derramamento de 2019, 2 alunos destacaram a poluição ambiental, e um deles acrescentou danos a biodiversidade, 3 alunos citaram o prejuízo a vida marinha, um deles acrescentou mares inacessíveis para banho e outro que com isso prejudica também pessoas que dependem de peixes e outros derivados do mar. Respostas como "afeta a alimentação, economia e polui a costa com resíduo de óleo", "a morte de vários animais marinhos, levando a mutação de alguns animais", "mortes de animais marinhos e praias inabitáveis acabam com o turismo", "morte dos peixes e poluição do lugar", "morte exagerada da vida marítima, mudança climática", "poluição, desmatamento", "poluição marítima, uma delas, uma delas acrescentou que isso afeta a cadeia alimentar", foram identificadas.

De modo geral, para as três questões relativas ao derramamento de óleo nas praias, os alunos tiveram mais dificuldade de apontar as causas.

5.2 ANÁLISE DAS REFORMULAÇÕES NAS COMPREENSÕES DOS ESTUDANTES SOBRE O DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO LITORAL PERNAMBUCANO E SOBRE O CONTEÚDO DE HIDROCARBONETOS.

Para a análise das reformulações nas compreensões dos estudantes sobre o derramamento de óleo no litoral pernambucano e sobre o conteúdo de hidrocarbonetos, no contexto da intervenção pedagógica, consideramos como dados as transcrições das apresentações dos estudantes nos seminários e os produtos elaborados por eles.

Os estudantes apresentaram seminários sintetizando os conhecimentos aprendidos. As transcrições das apresentações dos três grupos estão apresentadas a seguir:

Transcrições da apresentação do seminário do Grupo 1:

“Primeiro a gente vai dar uma simples explicação do que são Hidrocarbonetos para que vocês tenham uma noção e depois a gente vai relacionar isso com o caso de 2019. Os Hidrocarbonetos são constituídos pelo carbono e pelo hidrogênio, eles são apolares, então isso significa que eles não se misturam com a água, tá? Assim como o óleo, o petróleo, entre outros. Eles são homogêneos, só tem carbono entre os átomos na cadeia principal. Esses compostos orgânicos estão muito presentes, são muito comuns no nosso cotidiano, assim como nos combustíveis automotivos, nas velas, no gás de cozinha, óleo de casa também, tudo certo! É importante destacar que eles são tetra valência do carbono que permite que sejam organizados em cadeias de estruturas diversificadas, então significa que as ligações elas podem ser diferentes, por causa da tetra valência. O carbono pode fazer 4 ligações covalentes com outros átomos. Os hidrocarbonetos saturados eles só rodam (acontecem) com ligações simples entre carbono. Os exemplos são: alcanos que tem uma cadeia aberta que são o metano e etano que seria o gás de cozinha e o pum, risadas. Têm os cicloalcanos que é a mesma pegada também dos alcanos, que eles se formam em forma de anel, tipo: (Nesse momento o aluno foi para o quadro e desenhou um “ciclohexano”, na parte inferior esse ciclohexano não fechava – formando, na verdade, um heptano). É uma forma de anel que os cicloalcanos fazem. O exemplo seria: usados na indústria química que são os solventes, entre outros. Os Hidrocarbonetos insaturados têm ligação dupla ou tripla, ou seja, os carbonos estão ali com mais energia do que as ligações simples, um exemplo seria o alceno que tem pelo menos 1 dupla ligação que o exemplo seria o etano, um gás que faz as frutas amadurecerem rápido. Tem os alcinos que tem ligações triplas de carbono que é usado em maçaricos, solda, etc. Tem os ciclenos, tipo o ciclopentano que tem cadeia em anel e ligação dupla (nesse momento o aluno virou-se para o quadro o mostrou o a cadeia que

havia sido desenhada anteriormente), cadeia em anel é tipo isso. Agora vamos lá para o caso de 2019, como vocês sabem o caso de 2019 não se sabe como, mas provavelmente uma embarcação teme derramamento de petróleo, a gente pode relacionar isso a um caso que não lembro o ano que teve em que um estado, o governo ele percebeu que o céu estava ficando escuro, por causa dos carros, da construção dos carros. Não tem de onde sai a fumaça dos carros? Dalí saía muita fumaça, que tinha metano, entre outros, tinha carbono, várias sujeitas que era por causa da queima da gasolina. Essa fumaça subia... pra zona de sei lá o que, esqueci o nome, que fazia com que o céu ficasse escuro e aí o que eles fizeram para resolver esse problema? as placas dos carros dependendo da letra e do número ficavam mesclando, se o carro tivesse uma placa com o número 9 ele só poderia andar pela cidade com aquele carro tais dias, isso fez com que a poluição diminuíssem, hoje não tem mais isso porque nessas saídas dos carros têm catalizadores que faz com que quando essa fumaça saia não seja poluente”. Basicamente a gente fez a solução que a professora Renilza propôs pra gente fazer, né? A gente pensou assim, no meio do mar teria um trilho móvel e em cima e em baixo teria, do tipo boias concha que quando tivesse petróleo eles detectariam com inteligência artificial e aí sugaria o petróleo para dentro do tonel que estaria interligados a essas boias e aí teria um cano de todas essas boias ligando os tonéis até um ponto de coleta que teria um ponto de coleta e desse ponto de coleta levaria para uma fábrica e aí seria reaproveitado em forma de cimento e outras coisas. E também se um animal chegar perto dessa boia, daí o próprio sistema iria parar e aí um órgão, da gente né, porque a gente que fez a coisa, aí vai lá e retira o animal e aí ele volta a funcionar. Daí a gente fez um quadrinho que é:

Transformando Desastre em Solução (leitura da história em quadrinhos) ”.

A partir das colocações do grupo 1 no momento do seminário, podemos dizer que eles evoluíram suas compreensões quanto ao derramamento de óleo no litoral pernambucano e ao conteúdo de hidrocarbonetos. Isso porque compreenderam coerentemente, do ponto de vista científico, a constituição, a polaridade e a tetravalência dos hidrocarbonetos, ou seja, que os hidrocarbonetos são “organizados em cadeias de estruturas diversificadas, então significa que as ligações elas podem ser diferentes” (Trecho da apresentação do grupo 1). Além disso, os alunos apresentaram que os hidrocarbonetos estão presentes no cotidiano e trouxeram como exemplos, combustíveis automotivos, velas, e gás de cozinha. O grupo trouxe a classificação dos hidrocarbonetos em saturados e insaturados exemplificando como alcanos, alcenos, alcinos, cicloalcanos e cicloalcenos.

Entretanto, alguns conceitos equivocados ainda foram identificados. Na apresentação do seminário foram percebidos alguns erros do grupo 1. No início da fala do grupo conceitua hidrocarbonetos como sendo “*constituído pelo carbono e pelo hidrogênio*”, dando a impressão de que os hidrocarbonetos são formados apenas por 1 carbono e por 1 hidrogênio, quando de acordo com o conceito científico os hidrocarbonetos são um grupo de compostos orgânicos constituídos apenas por átomos de carbono e átomos de hidrogênio (Brown; LeMay; Bursten, 1997).

O grupo declara: “*É importante destacar que eles são tetra valência do carbono*”. Provavelmente ele quis dizer: É importante destacar que os átomos de carbono são tetravalentes ou é importante destacar a tetravalência do carbono. Quando ele dá continuidade: “que permite que sejam organizados em cadeias de estruturas diversificadas”. Nos parece que está falando de cadeias normais e ramificadas, no entanto no decorrer da frase: “então significa que as ligações elas podem ser diferentes, por causa da tetra valência”. Fica claro que ele está se referindo aos tipos de ligações: simples, duplas e triplas, causando uma certa confusão. Nesse outro trecho “O carbono pode fazer 4 ligações covalentes com outros átomos” é preciso destacar que o carbono não pode fazer, ele faz e as 4 ligações covalentes são feitas com outros átomos de carbono e hidrogênios apenas, senão não seriam hidrocarbonetos.

Neste trecho: “*Os hidrocarbonetos saturados eles só rolam (acontecem) com ligações simples entre carbono. Os exemplos são: alcanos que tem uma cadeia aberta que são o metano e etano*”, podemos destacar que os alcanos não se restringem apenas a metano e etano. Continuando o trecho “*que seria o gás de cozinha e o pum*”, é preciso esclarecer que, como anteriormente foram citados o metano e etano, dá a entender que o exemplo é referente aos 2 compostos quando na verdade tanto o gás de cozinha e o pum são constituídos apenas do metano. No trecho “Têm os cicloalcanos que é a mesma pegada também dos alcanos, que eles se formam em forma de anel, tipo: (Nesse momento um dos alunos do grupo foi para o quadro e desenhou um “ciclohexano”, conforme figura 8:

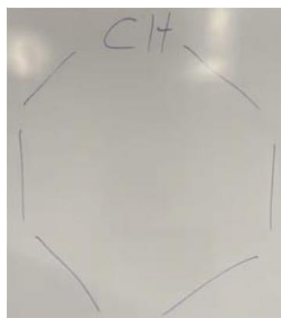


Figura 8: Representação do cicloalcano escrita no quadro por um dos alunos do grupo 1

Fonte: Autora (2025).

Embora na apresentação os alunos do grupo 1 tenham compreendido, teoricamente, que o carbono é tetravalente, ou seja, faz 4 ligações, o desenho demonstrou que ainda precisem amadurecer essa compreensão, pois no desenho o carbono do ciclohexano foi representado por três ligações.

“Os Hidrocarbonetos insaturados têm ligação dupla ou tripla, ou seja, os carbonos estão ali com mais energia do que as ligações simples, um exemplo seria o alceno que tem pelo menos 1 dupla ligação que o exemplo seria o etano, um gás que faz as frutas amadurecerem rápido.”. Neste trecho, o grupo dá como exemplo para um alceno, o etano, entretanto deveria ser o eteno.

Com relação ao derramamento do petróleo, os alunos do grupo 1 fugiram do tema quando relacionaram o derramamento de petróleo com o rodízio de carros ocorrido na cidade de São Paulo há décadas atrás. Nesse sentido, uma relação possível entre esses dois aspectos é a poluição do meio ambiente: o derramamento do óleo nas praias, pelo próprio petróleo e a poluição do centro de São Paulo pela queima dos derivados de petróleo: óleo diesel e gasolina. Quanto à proposta do grupo 1 para a solução do derramamento do petróleo, os alunos foram bem criativos e inovadores, trazendo o uso da inteligência artificial, sensores e sucção do petróleo: “A gente pensou assim, no meio do mar teria um trilho móvel e em cima e em baixo teria, do tipo boias concha que quando tivesse petróleo eles detectariam com inteligência artificial e aí sugaria o petróleo para dentro do tonel que estaria interligados a essas boias e aí teria um cano de todas essas boias ligando os tonéis até um ponto de coleta”. Além disso, mostraram conhecimento e preocupação com o meio ambiente quando falaram da necessidade de separar todo petróleo recolhido para posterior reaproveitamento, embora a solução seja inviável: “[...] ponto de coleta levaria para uma fábrica e aí seria reaproveitado

em forma de cimento e outras coisas. E também se um animal chegar perto dessa boia, daí o próprio sistema iria parar e aí um órgão, da gente né, porque a gente que fez a coisa, aí vai lá e retira o animal e aí ele volta a funcionar. Daí a gente fez um quadrinho que é: Transformando Desastre em Solução” (Neste momento foi realizada a leitura da história em quadrinhos elaborada pelo grupo).

Transcrições da apresentação do seminário do Grupo 2:

Primeiro nós vamos falar sobre os Hidrocarbonetos e depois da causa de 2019. Os hidrocarbonetos é uma das substâncias orgânicas formadas pelo carbono e pelo hidrogênio, são compostos orgânicos, no caso deles são apolares, por isso, a densidade deles são tão fracas e também porque o carbono e o hidrogênio têm pouca diferença de eletronegatividade. As classificações dele é: alceno, alceno, alcino e aromático. Eu vou agora um breve resumo sobre a causa de 2019. Eu acho que foi um navio petroleiro que derramou o petróleo no oceano que causou várias danificações aos animais marinhos e nas aves também que tiveram o petróleo grudado nas penas e não conseguiram voar e mudaram a temperatura, os peixes foram morrendo e também pela toxicidade do petróleo, porque ele tem um hidrocarboneto tóxico e isso prejudica também o meio ambiente e a gente também se prejudica, porque o mar é do meio da natureza e se a gente o danificar isso, a gente também se prejudica. O nosso grupo fez uma historinha infantil sobre o derramamento do petróleo o nome é A Manchinha Que Mudou o Mar” (leitura da história em quadrinhos). “Uma das soluções que a gente pensou foi a exclusão de áreas sensíveis, por exemplo a Amazonas Azul que é o planeta do mar e a mata, nesses locais deveria ser proibido qualquer ação petrolífera ou de qualquer ação que prejudique o meio ambiente, porque lá é um lugar de muita biodiversidade. Outra solução seria o uso de drones aquáticos que eles poderiam ter uma alta ampliação de sensores que qualquer mancha, nem que seja um respingoquinho eles poderiam saber que caiu aquilo e ir lá e coletar, os drones também podiam sugar aquilo e levar para um lugar reserva e levar para um ponto específico para fazer o descarte ou reutilizar o petróleo descartado”.

De acordo com a apresentação do grupo 2, os alunos demonstraram uma boa evolução tanto nos conhecimentos dos hidrocarbonetos, quanto no derramamento de óleo no litoral pernambucano. Eles compreendem o conceito de hidrocarbonetos mencionando que “Os hidrocarbonetos é uma das substâncias orgânicas formadas pelo carbono e pelo

hidrogênio”, como também reconhecem algumas propriedades dos hidrocarbonetos, isso fica evidente quando com base na polaridade identificam densidade e eletronegatividade:

“são compostos orgânicos no caso deles são apolares, por isso, a densidade deles são tão fracas e também porque o carbono e o hidrogênio têm pouca diferença de eletronegatividade”. Além disso reconhecem as classificações dos hidrocarbonetos quanto ao tipo de ligações (simples, duplas ou triplas) com cadeias abertas ao colocarem que *“As classificações dele é: alceno, alceno, alcino e aromático”*, entretanto, é preciso ressaltar a existência de hidrocarbonetos cíclicos e saturados como os ciclanos e os cíclicos e insaturados como os ciclenos.

Com relação ao derramamento do óleo no litoral de Pernambuco os alunos do grupo 2 demonstraram uma preocupação especial em relação aos animais que dependem desse meio para sobreviver. Os alunos reconhecem a principal causa do derramamento do óleo no mar *“Eu acho que foi um navio petroleiro que derramou o petróleo no oceano. E também descreveram situações pelas quais os animais passaram quando comentam que “[...] causou várias danificações aos animais marinhos e nas aves também que tiveram o petróleo grudado nas penas e não conseguiram voar e mudaram a temperatura, os peixes foram morrendo e também pela toxidade do petróleo”*. Neste respectivo trecho, o grupo relatou sobre a toxidade do petróleo como sendo o outro percalço pelo qual os animais precisariam superar para sobreviver. Um aspecto relevante foi o fato do grupo se compreender como parte do meio ao comentarem que *“e a gente também se prejudica, porque o mar é do meio da natureza e se a gente o danificar isso, a gente também se prejudica”*.

Na apresentação do grupo 2, destacamos aspectos que precisam ser discutidos, como, por exemplo, a referência aos hidrocarbonetos como uma única substância *“Os hidrocarbonetos é uma das substâncias orgânicas”*. Outro aspecto refere-se ao termo “densidade fraca”, visto que a densidade pode ser baixa ou inferior em relação outra substância, como, podemos observar no trecho: *“a densidade deles são tão fracas e também porque o carbono e o hidrogênio têm pouca diferença de eletronegatividade*. Um terceiro aspecto diz respeito à classificação dos hidrocarbonetos, dado que o grupo só menciona *“alceno, alceno, alcino e aromático”*, deixando de incluir cicloalcenos e ciclenos.

Quanto à proposta do grupo 2 para a solução do derramamento do petróleo, o foco principal foi dado à proteção dos animais: *“Uma das soluções que a gente pensou foi a exclusão de áreas sensíveis, por exemplo a Amazonas Azul que é o planeta do mar e da mata, nesses locais deveria ser proibido qualquer ação petrolífera ou de qualquer ação que*

prejudique o meio ambiente, porque lá é um lugar de muita biodiversidade. Além disso, o grupo apresentou o uso de drone como tecnologia para a identificar os culpados, para evitar que o derramamento tome proporções maiores, devido a rápida ação e para a retirada do óleo, conforme podemos observar neste trecho da apresentação do grupo 2:

“Outra solução seria o uso de drones aquáticos que eles poderiam ter uma alta ampliação de sensores que qualquer mancha, nem que seja um respingozinho eles poderiam saber que caiu aquilo e ir lá e coletar; os drones também podiam sugar aquilo e levar para um lugar reserva e levar para um ponto específico para fazer o descarte ou reutilizar o petróleo descartado”.

Transcrições da apresentação do seminário do Grupo 3:

“Vamos falar sobre os Hidrocarbonetos que são substâncias compostas por hidrogênios e carbonos e que podem ser encontrados tanto no petróleo, gás natural e em outras substâncias. No petróleo são, geralmente, encontrados o alcano e o cicloalcano que são substâncias saturadas, o alcano ele é uma das principais que são encontradas que são cadeias simples e os cicloalcanos são ligados ao carbono que formam um ciclo, que formam um anel. A gente fez um quadro que o que a gente quis passar com ele foi uma intervenção humana, por isso que a gente fez uma pessoa e o cabelo dela representa o petróleo”.

“A nossa solução para o problema foi uma maior verificação no processo inicial e no processo final, desde a coleta do petróleo, o caminho que ele irá percorrer e a sua chegada. Seria feito uma maior verificação nas estações para análise se o material está de acordo, se está tudo dentro da lei e também se o processo que está fazendo a retirada está correto. No processo seria analisado se o navio está de acordo com as leis, como é que está a carga, o casco do navio. E nos portos seria maior verificação da segurança, tanto da chegada e da saída quanto a quantidade de material que será entregue”.

De acordo com a apresentação do seminário apresentado pelo grupo 3, os alunos demonstraram evolução sobre os conhecimentos dos hidrocarbonetos. Os alunos deste grupo compreendem o conceito de hidrocarbonetos, onde ele pode ser encontrado no nosso dia a dia, assim como os tipos de hidrocarbonetos encontrados, geralmente no petróleo, conforme observamos no seguinte trecho: *“Vamos falar sobre os Hidrocarbonetos que são substâncias compostas por hidrogênios e carbonos e que podem ser encontrados tanto no petróleo, gás natural e em outras substâncias”.* No petróleo são, geralmente, encontrados o alcano e o

cicloalcano”. Assim como, reconhecem que os alcanos e ciclanos formam compostos saturados ao dizerem que *“são substâncias saturadas, o alcano ele é uma das principais que são encontradas que são cadeias simples”* e *“os cicloalcanos são ligados ao carbono que formam um ciclo, que formam um anel”*.

O grupo 3 não retomou no seminário o derramamento de óleo ocorrido nas praias, mas apresentou uma solução. Para os estudantes deste grupo, *“a nossa solução para o problema foi uma maior verificação no processo inicial e no processo final, desde a coleta do petróleo, o caminho que ele irá percorrer e a sua chegada. Seria feito uma maior verificação nas estações para análise se o material está de acordo, se está tudo dentro da lei e também se o processo que está fazendo a retirada está correto. No processo seria analisado se o navio está de acordo com as leis, como é que está a carga, o casco do navio.*

E nos portos seria maior verificação da segurança, tanto da chegada e da saída quanto a quantidade de material que será entregue”.

O grupo fez um desenho relacionado com o derramamento do óleo e disse que: *“A gente fez um quadro o que a gente quis passar com ele foi uma intervenção humana, por isso que a gente fez uma pessoa e o cabelo dela representa o petróleo”*.

Em síntese, a partir da análise das transcrições relativas às apresentações dos seminários pelos grupos, podemos dizer que, de modo geral, os estudantes reformularam suas compreensões sobre hidrocarbonetos e sobre o derramamento do óleo no litoral pernambucano. Evidências dessa reformulação são as compreensões coerentes, do ponto de vista científico, sobre: 1. a constituição, a polaridade, a tetravalência dos hidrocarbonetos, a classificação dos hidrocarbonetos em saturados e insaturados exemplificando como alcanos, alcenos, alcinos, cicloalcanos e cicloalcenos e o uso da inteligência artificial, sensores e sucção do petróleo como solução do derramamento do petróleo (Grupo 1); 2. o conceito de hidrocarbonetos, algumas propriedades dos hidrocarbonetos, mais especificamente a densidade, as classificações dos hidrocarbonetos quanto ao tipo de ligações, o uso de drone como tecnologia para a identificar os culpados, para evitar que o derramamento tome proporções maiores, devido a rápida ação e para a retirada do óleo (Grupo 2); 3. o conceito de hidrocarbonetos, onde eles pode ser encontrados no nosso dia a dia, os tipos de hidrocarbonetos encontrados, o reconhecimento de que os alcanos e ciclanos formam compostos saturados, verificação de todo processo de transporte do petróleo, desde a coleta ao destino, dos navios atende Às leis, e dos portos quanto à segurança e a quantidade do

material entregue (Grupo 3). Quanto aos produtos elaborados, os estudantes apresentaram neles estratégias para minimizar os danos ambientais do derramamento do petróleo, ou seja, também buscaram responder ao problema a eles apresentado, por meio de Histórias em Quadrinhos e desenho.

Quanto aos produtos elaborados pelos estudantes, quatro grupos participaram da atividade de produção. Três grupos optaram por construir Histórias em Quadrinhos e um grupo por produzir um desenho.

As Histórias em Quadrinhos dos grupos estão apresentadas como seguem. A História em Quadrinho do grupo 1 está ilustrada na figura 9:



Figura 9: HQ do grupo 1

Na História em Quadrinho do grupo 1, os alunos, inicialmente, mencionam o derramamento do óleo que atingiu as praias do nordeste brasileiro como um desastre ambiental. Em seguida, apontam possíveis causas, as consequências (morte de animais marinhos, praias tomadas por óleo espesso, vida marinha devastada). Como solução, os alunos propõem o sistema de boias-conchas, conforme apresentaram no seminário. A História em Quadrinho do grupo 2 está ilustrada na figura 10:

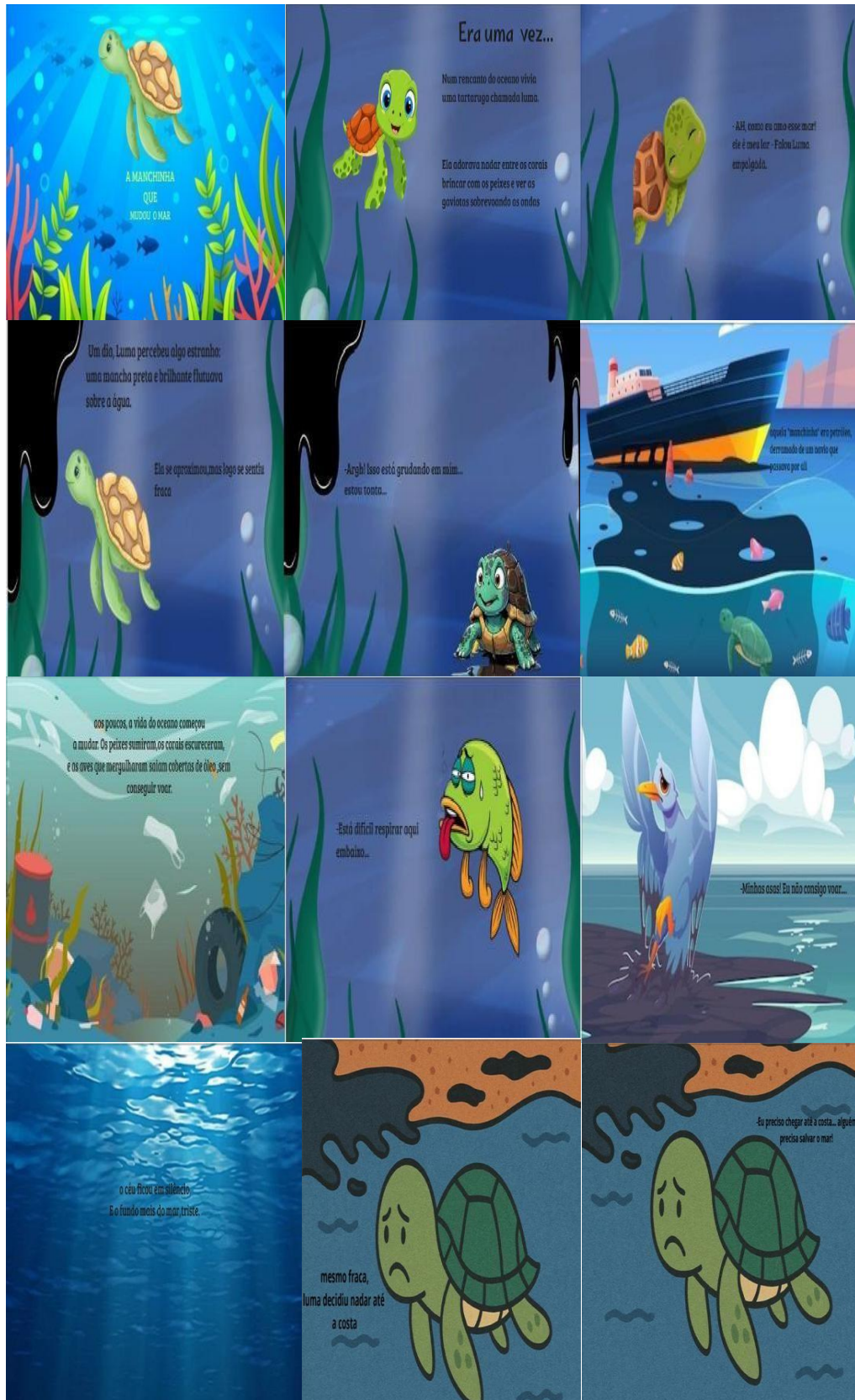




Figura 19: HQ do grupo 2

A História em Quadrinhos do grupo 3, intitulada “Uma manchinha que mudou o mar” conta a história da tartaruga Luma. Nela, os alunos destacam algumas consequências do derramamento do óleo nas praias e a relevância do trabalho coletivo na limpeza do óleo. Além disso, o grupo propõe como soluções: leis mais rígidas no transporte do petróleo; barreiras de proteção nos navios; energia limpa.

O desenho de um grupo 3 está ilustrado na figura 11:



Figura 11: Desenho do grupo 3.

O quadro produzido pelo grupo 3 destaca a intervenção humana no ambiente, em especial no mar, por meio do rosto de uma pessoa mergulhado na água do mar em que os seus cabelos caídos na água representam o petróleo. Nesse sentido, embora, nos parece que o quadro pode revelar que as ações humanas destroem o ambiente, esquecendo que o homem é parte dele.

A História em Quadrinhos do grupo 4 está ilustrada na figura 12:

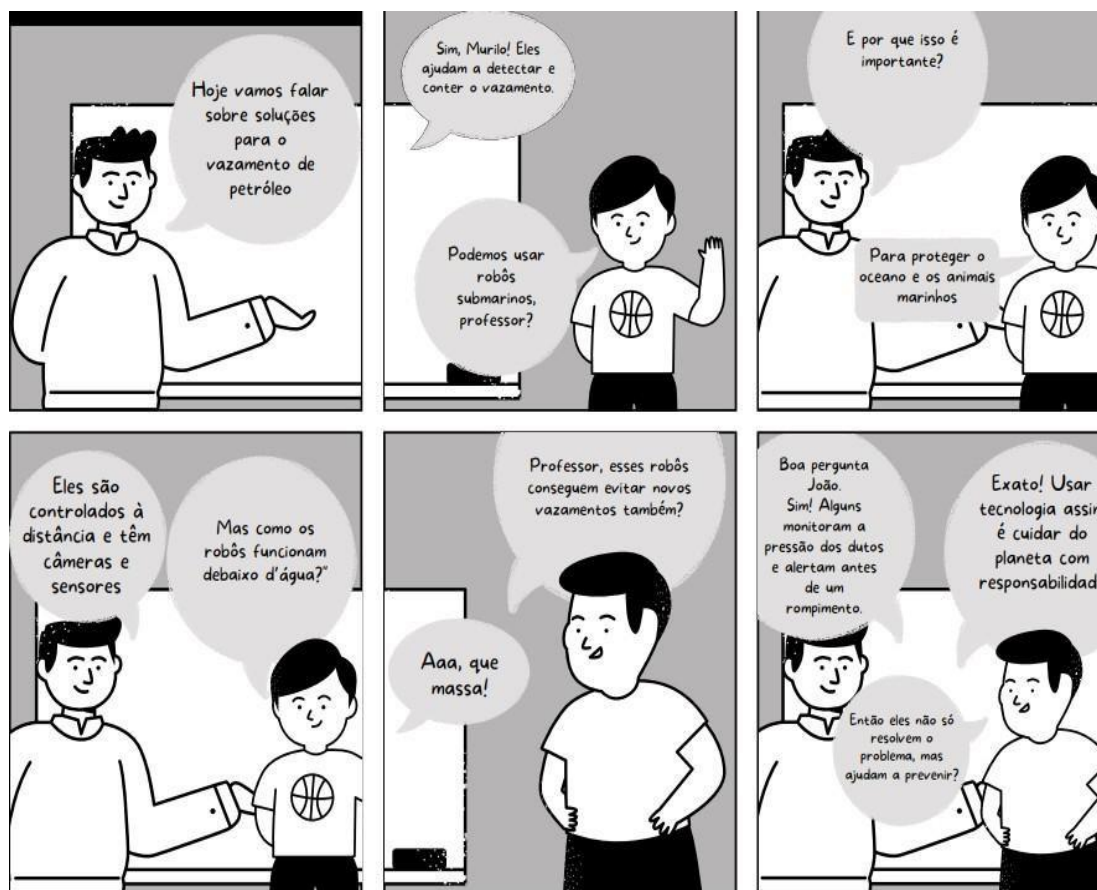


Figura 12: HQ do grupo 4

A História em Quadrinhos do grupo 4 tem como foco possíveis soluções tecnológicas para detectar e conter o derramamento de petróleo, protegendo o oceano e animais marinhos. A proposta é de uso de robôs submarinos com câmeras e sensores que seriam controlados a distância, capazes de monitorar a pressão dos dutos e alertar antes do rompimento dos mesmos. Em síntese, os quatro produtos elaborados pelos grupos de estudantes trazem aspectos relevantes acerca do derramamento de óleo nas praias, sobre causas (por exemplo, falta de fiscalização naval), consequências (por exemplo, morte de animais marinhos) e soluções (por exemplo, robôs submarinos), que evidenciam reformulações em suas compreensões.

5.3 ANÁLISE DAS ATIVIDADES DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA QUANTO A MOTIVAÇÃO EPISTÊMICA, A INTERAÇÃO COM A VIDA REAL, A METACOGNIÇÃO, A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO E A INTERAÇÃO SOCIAL.

As análises das atividades da intervenção pedagógica foram realizadas a partir das seguintes categorias: motivação epistêmica, a interação com a vida real, a metacognição, a construção do conhecimento e a interação social (Kubrusly et al., 2018).

Para contribuir com as análises das atividades da intervenção pedagógica, elaboramos o quadro 17 para apresentar cada categoria analítica, a respectiva descrição de cada uma e as atividades da intervenção pedagógica, as quais podem ter contribuído para o desenvolvimento das categorias.

Quadro 17: Relações entre categorias analíticas, descrição e atividade da intervenção pedagógica

CATEGORIAS ANALÍTICAS	DESCRIÇÃO	ATIVIDADES DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA
MOTIVAÇÃO EPISTÊMICA	A motivação epistêmica “age como uma força interna impulsionando o sujeito a buscar o conhecimento sobre determinada situação” (Kubrusly et al., 2018, p. 13).	-Apresentação do problema -Exibição do vídeo 1: “Vidas sob o mar de petróleo” -Discussão com os estudantes sobre: Afinal, o que é petróleo? Sendo o petróleo formado principalmente por hidrocarboneto, o que é hidrocarboneto? -Atividade experimental -Seminários -Produção de materiais
INTERAÇÃO COM A VIDA REAL	A interação do conteúdo escolar com a vida real do aluno, refere-se ao “aprender em resposta a alguma coisa, em interação com situações da vida real” (Kubrusly et al., 2018, p. 13).	-Apresentação do problema -Exibição do vídeo 1: “Vidas sob o mar de petróleo” -Atividade experimental -Seminários -Produção de materiais
METACOGNIÇÃO	A metacognição é voltada “ao aprender a aprender; está relacionada ao conhecimento do próprio conhecimento, à avaliação, à regulação e à capacidade de organização dos próprios processos cognitivos” (Kubrusly et al., 2018, p. 13).	-Apresentação do problema - Exibição do vídeo 1: “Vidas sob o mar de petróleo” -Discussão com os estudantes sobre: Afinal, o que é petróleo? Sendo o petróleo formado principalmente por hidrocarboneto, o que é hidrocarboneto? -Atividade experimental -Seminários -Produção de materiais
CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO	A construção do conhecimento é relativa à aprendizagem autônoma (Kubrusly et al., 2018).	-Seminários -Produção de materiais

INTERAÇÃO SOCIAL	A interação social é representativa de uma aprendizagem colaborativa e cooperativa (Kubrusly et al., 2018).	-Discussão com os estudantes sobre: Afinal, o que é petróleo? Sendo o petróleo formado principalmente por hidrocarboneto, o que é hidrocarboneto? -Atividade experimental -Seminários -Produção de materiais
------------------	---	---

Fonte: Autora (2025).

Quanto à motivação epistêmica, considerando que esta se refere à “motivação intrínseca que age como uma força interna impulsionando o sujeito a buscar o conhecimento sobre determinada situação” (Kubrusly et al., 2018, p. 13), destacamos que a apresentação do problema, a exibição do vídeo 1: “Vidas sob o mar de petróleo, a discussão com os estudantes sobre: Afinal, o que é petróleo? Sendo o petróleo formado principalmente por hidrocarboneto, o que é hidrocarboneto, a atividade experimental, os seminários e a produção dos materiais foram atividades que podem ter instigado a motivação epistêmica.

Por exemplo, a partir da apresentação do problema foram perceptíveis a curiosidade e a motivação dos alunos em conhecer de forma mais profunda o que aconteceu e por que aconteceu o problema do derramamento do óleo no litoral pernambucano na intenção de resolver o problema posto.

Lembramos que a primeira fase da ABP – Estabelecimento de relações com o problema – busca “gerar motivação intrínseca nos aprendizes, fazendo com que os mesmos percebessem que é importante dedicar seu tempo e estar atento aos diferentes aspectos da resolução do problema apresentado” (Lopes et al., 2011, p. 1277) e, dessa forma, as atividades das 1ª e 2ª aulas, que foram planejadas para atender a essa primeira fase da ABP, podem ter contribuído no sentido da motivação epistêmica (Kubrusly et al., 2018).

Quanto à interação com a vida real, relativa ao “aprender em resposta a alguma coisa, em interação com situações da vida real” (Kubrusly et al., 2018, p. 13), destacamos, por exemplo, as atividades de exibição de vídeo, os seminários e os produtos dos estudantes. Por exemplo, o vídeo abordou o desastre ambiental do derramamento de petróleo, apontando os estados do Nordeste que sofreram com ele. Além disso, apresentou animais que ficaram enxarcados do óleo e como os resíduos do óleo entram na cadeia alimentar. Por fim, a vídeo abordou os estragos sociais, ambientais, econômicos etc. Ou seja, por meio da atividade de exibição do vídeo os alunos obtiveram mais informações quanto ao desastre ambiental ocorrido no litoral pernambucano em um contexto real.

A metacognição é voltada “ao aprender a aprender; está relacionada ao conhecimento do próprio conhecimento, à avaliação, à regulação e à capacidade de organização dos próprios processos cognitivos” (Kubrusly et al., 2018, p. 13). Nesse sentido, entendemos que as atividades de apresentação do problema, exibição do vídeo 1:

“Vidas sob o mar de petróleo, discussão com os estudantes sobre: Afinal, o que é petróleo? Sendo o petróleo formado principalmente por hidrocarboneto, o que é hidrocarboneto, atividade experimental, seminários e produção de materiais, contribuíram neste sentido. Por exemplo, na organização e realização dos seminários e na produção dos materiais (Histórias em Quadrinhos e desenho), os estudantes sistematizaram o que aprenderam e para isso podem ter reconhecido e avaliado o que aprenderam.

Sobre a construção do conhecimento na ABP, relativo à aprendizagem autônoma (Kubrusly et al., 2018), podemos dizer que os seminários e a produção dos materiais foram atividades que contribuíram neste sentido. A produção das Histórias em Quadrinhos, por exemplo, foi de autoria dos estudantes e nelas, eles apresentaram aspectos relevantes acerca do derramamento de óleo nas praias, como, por exemplo, causas (por exemplo, falta de fiscalização naval), consequências (por exemplo, morte de animais marinhos) e soluções (por exemplo, robôs submarinos).

Por fim, em relação à interação Social representativa de uma aprendizagem colaborativa e cooperativa (Kubrusly et al., 2018), podemos dizer que esta foi possibilitada nas atividades de discussão com os estudantes sobre: Afinal, o que é petróleo? Sendo o petróleo formado principalmente por hidrocarboneto, o que é hidrocarboneto? atividade experimental, seminários e produção de materiais. Em especial naquelas nas quais o trabalho em grupo foi incentivado, como, por exemplo, nos seminários e na produção e apresentação produto desenvolvido pelos grupos.

Portanto, entendemos que as atividades constitutivas da intervenção pedagógica contribuíram nos desenvolvimentos dos princípios da aprendizagem da ABP.

5.4 ELABORAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL EM FORMATO DE HISTÓRIA EM QUADRINHOS SOBRE O CONTEÚDO DE HIDROCARBONETOS NO CONTEXTO DO DERRAMAMENTO DE ÓLEO NO LITORAL PERNAMBUCANO

Como produto educacional, elaboramos uma História em Quadrinhos intitulada “Entre Manchas e Moléculas – Explorando o Derramamento com ABP”.

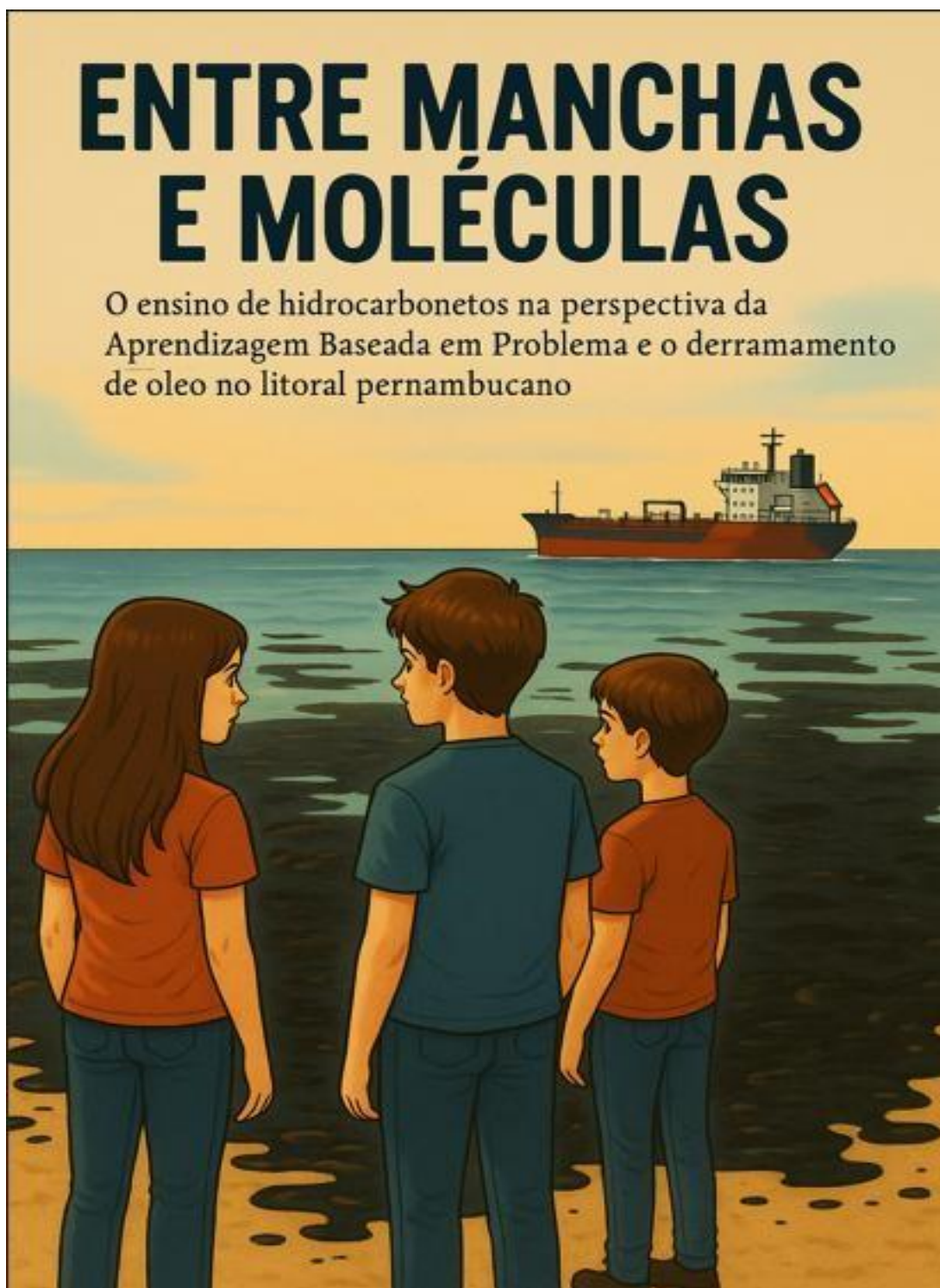
A história é voltada para alunos e professores de Química do 9º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio, e tem como objetivo tornar o aprendizado dos hidrocarbonetos mais significativo, reflexivo e conectado à realidade. A narrativa convida os leitores a pensar criticamente, investigar soluções e compreender a Química como ferramenta essencial para a análise e resolução de problemas socioambientais.

A HQ tem quatro personagens a professora, Jota, Theo e Ana. Os três últimos são estudantes que, ao iniciarem um trabalho escolar sobre hidrocarbonetos, acabam relacionando o conteúdo ao derramamento de óleo nas praias de Pernambuco em 2019. Jota lembra que muita gente foi prejudicada e o meio ambiente, Ana relembra os impactos ambientais do desastre e revela que o óleo derramado era composto por hidrocarbonetos, substâncias formadas por carbono e hidrogênio, Jota chega à conclusão de os hidrocarbonetos são apolares, insolúveis em água e menos densas que ela. Theo complementa com explicações químicas: hidrocarbonetos são substâncias formadas por carbono e hidrogênio, as moléculas de hidrocarbonetos se ligam por forças de Van der Waals, o que explica sua baixa densidade e fraca interação com a água do mar que são ligadas por pontes de hidrogênios e são soluções pois contém sais dissolvidos.

A partir dessa discussão, o grupo propõe soluções para minimizar futuros acidentes, com o uso de inteligência artificial, sensores submarinos, drones de monitoramento e robôs (skimmers) que absorvam apenas óleo. Eles reconhecem que o aprendizado foi mais significativo ao resolverem um problema real, desenvolvendo não só conhecimentos químicos, mas também sobre o derramamento de óleo no mar de 2019, assim como habilidades como cooperação, escuta ativa, pensamento crítico e protagonismo estudantil.

Na figura 13, ilustramos a capa do produto educacional:

Figura 13: Capa do produto educacional - História em Quadrinhos “Entre Manchas e Moléculas: Explorando o Derramamento com Aprendizagem Baseada em Problema”.



Fonte: Autora (2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa tivemos como objetivo analisar compreensões de estudantes acerca do conteúdo de Hidrocarbonetos no âmbito de uma intervenção pedagógica fundamentada

na Aprendizagem Baseada em Problema tendo o Derramamento de Óleo no Litoral Pernambucano como contexto.

Neste processo, apresentamos alguns dos resultados obtidos. Sobre as concepções prévias dos estudantes sobre o conteúdo de Hidrocarbonetos e sobre o derramamento de óleo no litoral pernambucano, destacamos que a maioria dos estudantes expressou concepções prévias não adequadas sobre o conceito de hidrocarbonetos, onde podem ser encontrados, como se formam, por quais elementos químicos eles são formados, o tipo de ligação química, a relação entre hidrocarboneto com o derramamento de óleo, estados físicos dos hidrocarbonetos, a densidade do hidrocarboneto retirado do mar é maior ou menor que a da água, a polaridade do hidrocarboneto e tipo de interações intermoleculares os hidrocarbonetos fazem.

Adicionalmente, quanto às concepções prévias sobre o derramamento de óleo no litoral pernambucano, a maioria dos alunos tinha conhecimento do ocorrido e indicaram algumas consequências dele, mas tiveram mais dificuldade em apontar as causas do derramamento.

Quanto às reformulações nas compreensões dos estudantes sobre o conteúdo de Hidrocarbonetos e sobre o derramamento de óleo no litoral pernambucano, podemos dizer que, quanto ao conteúdo hidrocarbonetos, eles expressaram compreensões coerentes, do ponto de vista científico, sobre constituição, polaridade, a tetravalência do carbono, a classificação, o conceito, e algumas propriedades dos hidrocarbonetos, mais especificamente a densidade. Sobre o derramamento de óleo no litoral pernambucano, os alunos avançaram em suas compreensões ao apresentarem consequências desse derramamento e algumas soluções como o uso de drone, verificação de todo processo de transporte do petróleo, desde a coleta ao destino. Em relação às contribuições das atividades realizadas para o desenvolvimento dos princípios da Aprendizagem Baseada em Problemas, podemos dizer que a maioria das atividades contribuíram neste sentido, como por exemplo, a contribuição dos seminários e da produção de materiais pelos estudantes para o princípio da interação social.

Como em toda pesquisa, algumas dificuldades para o seu desenvolvimento foram identificadas. Levando em conta a grande demanda de disciplinas (18) no 3º ano, os alunos apresentam uma certa dificuldade de suprir a necessidade de todas as pesquisas cobradas por professores, além disso no ensino tradicional o professor, geralmente, entrega tudo pronto para os alunos, ficando o conhecimento dos mesmos restrito ao que o professor entregou, deixando os alunos com o “conhecimento uniforme”, ou seja todos tem acesso as mesmas

informações, então os alunos não estão acostumados a buscá-los, por isso poucos fizeram. Por outro lado, na escola tiveram dificuldade de pesquisar, devido à falta de internet e a necessidade de buscar o conhecimento requer maior demanda de tempo para pesquisar, refletir e discutir o que aprenderam. Temos também alguns alunos que estão no 3º ano, mas se comportam como se não compreendessem a importância de estar naquele lugar e naquela série. Tivemos alguns dias sem aula, devido a vários outros fatores que foi o que mais atrapalhou o andamento do trabalho.

Algumas contribuições dessa pesquisa podem ser apontadas, como, por exemplo, possibilidades de uso da História em Quadrinhos, produto educacional produzido nesta dissertação, para introduzir conteúdos ou fomentar o debate em sala de aula sobre o Derramamento de óleo no litoral pernambucano na abordagem do conteúdo de Hidrocarbonetos.

Outra contribuição se refere ao uso do Design do problema 3C3R propostos por Hung (2006) para a elaboração do problema no contexto da ABP.

Por fim, algumas questões, a partir dos resultados dessa pesquisa, podem ser consideradas para pesquisas futuras, como exemplo, investigar processos avaliativos da aprendizagem dos estudantes na perspectiva da ABP no ensino de Química a partir da aplicação da intervenção pedagógica desenvolvida para esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANUNCIAÇÃO, Talita A. et al., Sequência Didática para Ensino de Meio Ambiente e Saúde: o Petróleo como Objeto de Estudo no Ensino Básico. **Atas de Ciências da Saúde**, São Paulo, v.10, p. 64-81, nov/2020.

ARAÚJO, Maria E.; MELO, Paulo W.; RAMALHO, Cristiano W. N. Pescadores Artesanais, Consumidores e Meio Ambiente: Consequências Imediatas do Vazamento de Óleo em Pernambuco, Nordeste do Brasil, **Cad. Saúde Pública** v. 36, n.º 1, 2020.

ASSIS, Lúcia Maria de; MARINHO, Elyssa Soares; "História em quadrinhos: um gênero para sala de aula", p. 115-126. **Linguagem e ensino do texto: teoria e prática**. São Paulo: Blucher, 2016.

ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018. 830 p.

BATISTTI, Rodrigo; RAYMUNDO, Gislene M. C. Proposta de uma Sequência Didática

Contextualizada para o Ensino de Processos Químicos Industriais em um Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, [S.I.], v. 2, n.º 22, p. 1-13, out. 2022.

BETIM, F. Recife. El País Brasil, 25 out. 2019. Disponível em:
https://brasil.elpais.com/brasil/2019/10/26/politica/1572045554_113161.html

BOROCHOVICIUS, Eli; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 22, n.º 83, p. 427-448, maio/agosto 2014.

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

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em:
https://www.gov.br/mec/ptbr/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf. Acesso em: [06/08/2024].

CORREA, Márcio X.; FERRÃO, Tassiane S.; PEREIRA, Marcos V. V. Avaliação de uma Sequência Didática Prática e Interdisciplinar para o Ensino da Influência do pH na Conservação dos Alimentos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, set./2020.

CYRINO, Eliana G.; PEREIRA, Maria L. T. Trabalhando com Estratégias de Ensino Aprendizado por Descoberta na Área da Saúde: a Problemática e a Aprendizagem Baseada em Problemas. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n.º 3 p. 780-788, maio/junho 2004.

DAVID, Priscila B.; RIBEIRO, Maria E. N. P.; SILVA, George de A. Aprendizagem Baseada em Problemas e Construção de Problemáticas Potencialmente Eficazes no Ensino de Química. **Research, Society and Development**, v. 11, n.º 9, set. / 2022.

DOURADO, L.; SOUZA, S. C. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **Revista Holos**, v. 5, p. 182-200. 2015.

FONSECA, Rogério F.; SOUZA, Caroline A. Considerações acerca da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) em um Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio. **Revista de Educação Matemática**, São Paulo, SP, v. 17, p. 1-16, 10/2020.

FREITAS, Elizabeth et al. Práticas Empreendedoras na Graduação: Um Estudo Aplicado à Aprendizagem por Projeto (PBL). **Revista Internacional de Gestão Científica e Turismo**, Curitiba, v. 10, n.º 1, p. 108–132, maio/2024.

FREITAS, Priscylla A. N.; MACHADO, Rafaella, M.; SILVA, Evelyn S. Derramamento de petróleo e responsabilização do Estado: desafios da pesca artesanal em

Pernambuco/Brasil. **SER Social Povos Tradicionais e Política Social Brasília** (DF), v. 27, n.º 53, p. 314-340, julho/dezembro de 2023.

GAUTO, Marcelo. O PETRÓLEO. In: GAUTO, Marcelo. **PETRÓLEO E GÁS**. [S. l.: s. n.], 2016. cap. 1, p. 1-24.

GONZÁLEZ, F. E. Reflexões sobre alguns Conceitos da Pesquisa. **Revista Pesquisa Qualitativa** São Paulo (SP), v.8, n.17, p. 155-183, ago., 2020.

HERBST, Marcelo Hawrylak; FERREIRA, Leonardo da Cunha. Explorando temáticas da sustentabilidade numa disciplina de química inorgânica para engenharias - um estudo piloto de aprendizagem baseada em problemas. **ENCITEC - Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 13, n. 2., pp. 221-230, mai./ago., 2023.

INSTITUTO AMBIENTAL DO RIO DE JANEIRO. Relatório Final do Incidente de Poluição por Óleo. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em:

https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/fiscalizacao-e-protecao-ambiental/emergencias-ambientais/manchasdeoleo/arquivos/2023/20230118_Of_Ext_30_279_2020_CM_MMA_An_Incidente_Poluicao_Oleo_Relatorio_final.pdf] Acesso em: 31 jul. 2025.

KUNDLATSCH, A.; CORTELA, B. S.C. Uma revisão de base cienciométrica sobre as Histórias em Quadrinhos no Ensino de Química: uma análise do ENPEC, ENEQ e RASBQ. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, v. 2, n. 2, p. 01-13, jul./dez. 2018.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M. **Química geral e reações químicas**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

LEITE, Bruno Silva. Histórias em quadrinhos e ensino de química: propostas de licenciandos para uma atividade lúdica. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2017. DOI: 10.30691/relus.v1i1.748. Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/relus/article/view/748>. Acesso em: 1 ago. 2025.

LIMA, Mônica A. G. Derramamento de Óleo Bruto na Costa Brasileira em 2019: Emergência em Saúde Pública em Questão. **Cad. Saúde Pública**, v. 36, n.º 2, março 2020.

LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V.; MARSDEN, M.; ALVES, N. G. A. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica. **Quim. Nova**, v. 34, n. 7, 1275-1280, 2011.

MEIRELES, Marina, Diário de Pernambuco, Pensei no trabalho da minha mãe e em ajudar, diz adolescente fotografado dentro de mar com óleo em PE. **G1**, 25.10.2019. <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2019/10/25/pensei-no-trabalho-da-minhamae-eem-ajudar-diz-adolescente-fotografado-dentro-de-mar-com-oleo-em-pe.ghtml>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Relatório Final - Incidente de Poluição por Óleo**. Disponível em: https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/fiscalizacao-eprotecao-ambiental/emergenciasambientais/manchasdeoleo/arquivos/2023/20230118_Of_Ext_30_279_2020_CM_MMA_An_Incidente_Poluicao_Oleo_Relatorio_final.pdf. Acesso em: 01 jun. 2024.

NETO, J. M.; TEIXEIRA, P. M. Uma Proposta de Tipologia para Pesquisas de Natureza Interventiva. **Ciência e educação**, Bauru, v. 23, n.º 4, out./dez. 2017.

NUNES, Renata. A aprendizagem baseada em problemas (ABP) aplicada ao ensino de química inorgânica: as cores dos minerais **Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, v.11, n.2, 2022.

OLIVEIRA, João P. G Análise dos impactos à fauna e flora local causados pelo derramamento de petróleo no Nordeste do Brasil. **Revista Ambientale: Revista da Universidade Estadual de Alagoas/UNEAL**, Maceió, v. 15, n.º 2, p. 10, abril/julho 2023.

OLIVEIRA, F. V. de; CANDITO, V., GUERRA, L.; SCHETINGER, M. R. C. Aprendizagem baseada em problemas por meio da temática coronavírus: uma proposta para ensino de química. **Interfaces Científicas - Educação**, v. 10, n. 1, pp. 110–123, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17564/2316-3828.2020v10n1p110-123>

PEDROSA, Marley Oliveira. **Análise de metodologias ativas sobre hidrocarbonetos no ensino médio: uma revisão bibliográfica integrativa** Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Sousa, p. 46, 2025.

PIERINI, M. F.; LOPES, R. M.; ALVES, N. G. Um referencial pedagógico da aprendizagem baseada em problemas. In: Lopes, R. M.; SILVA FILHO, M. V.; ALVES, N. G. (Orgs.). **Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores**. Rio de Janeiro: Publiki, 2019. 198 p; ebook.

ROCHA, Priscila Brasil de Carvalho. **Manual ABP em grandes grupos** [recurso eletrônico] / Priscila Brasil de Carvalho Rocha, Arnaldo Aires Peixoto Junior, Marcos Kubrusly. – Fortaleza: EdUnichristus, 2024.

SANTOS, W. L. P. A Química e a formação para a cidadania. **Educacion Quimica**, v. 22, n. 4, pp. 300-305, 2011.

SCHMIDT, Irineu A. John Dewey e a Educação Para uma Sociedade Democrática. **Revista Contexto & Educação**, v. 24, nº 82, p. 135-154, julho/dezembro, 2009.

SILVA, Luiz R. C. et al. Derramamento de Petróleo no Litoral brasileiro: (in)visibilidade de Saberes e Descaso com a Vida de Marisqueiras. **Ciência Saúde Coletiva**, v. 26 n.º 12, p. 60276026, dez., 2021.

SILVA, I. M. da; BRANCO LINS, W. C.; CARNEIRO LEÃO, M. B. Avaliação da aplicação da metodologia aprendizagem baseada em problemas na disciplina de

tecnologia da informação e comunicação no ensino de química. **Educación Química**, v. 30, n. 3, pp. 64-78, 2019. DOI: 10.22201/fq.18708404e.2019.3.68493

ANEXO 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a)_ (ou menor que está sob sua responsabilidade) para participar, como voluntário (a), da pesquisa (título completo da pesquisa). Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) Renilza de Andrade Pereira, fone: 81 9 88320674 e e-mail: renilzandrade@gmail.com, sob a orientação da professora Ruth do Nascimento Firme, fone 33205414.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

Descrição da pesquisa: analisar compreensões de estudantes acerca do conteúdo de hidrocarbonetos no contexto de uma intervenção pedagógica fundamentada na Aprendizagem Baseada em Problema a partir da temática Derramamento de Óleo no Litoral Pernambucano.

- **Esclarecimento do período de participação da criança/adolescente na pesquisa, local, início, término e número de visitas para a pesquisa:** os voluntários participarão da pesquisa ao longo da aplicação da intervenção pedagógica proposta.
- **RISCOS diretos para o responsável e para os voluntários:** os riscos serão relativos à mudança na metodologia das aulas, visto que eles estão acostumados com abordagens mais tradicionais. Como a pesquisadora é a professora da turma de estudantes envolvidos na pesquisa, esse risco poderá ser minimizado.
- **BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários:** sobre os benefícios, podemos destacar vários, como, por exemplo, participar de um processo de formação cidadã a partir de uma metodologia na qual os voluntários sejam centrais neste processo.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa ficarão armazenados em pastas de arquivo no computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, no endereço (Rua Antônio Francisco Lisboa, 16 casa C Curado II Jaboatão - PE), pelo período mínimo de 05 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação), assim como será oferecida assistência integral, imediata e gratuita, pelo tempo que for necessário em caso de danos decorrentes desta pesquisa.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171-900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, (ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: www.cep.ufrpe.br .

Assinatura da pesquisadora

**CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A
VOLUNTÁRIO**

Eu, __, CPF __, abaixo assinado, responsável por __, autorizo a sua participação no estudo O ensino de hidrocarbonetos na perspectiva da aprendizagem baseada em problema a partir da temática do derramamento de óleo no litoral pernambucano: uma análise das compreensões dos estudantes, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade para mim ou para o (a) menor em questão.

Local e data _____

Assinatura do (da) responsável: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

**MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL**



PRODUTO EDUCACIONAL:

História em Quadrinhos ENTRE MANCHAS E MOLÉCULAS: o ensino de hidrocarbonetos na perspectiva da aprendizagem baseada em problema e do derramamento de óleo no litoral pernambucano.

Renilza de Andrade Pereira

RECIFE 2025

AUTORA

RENILZA ANDRADE PEREIRA

ORIENTADORA

RUTH DO NASCIMENTO FIRME

PROJETO GRÁFICO E DESIGN

RENILZA ANDRADE PEREIRA

REVISÃO TEXTUAL

RENILZA DE ANDRADE PEREIRA

CRÉDITO

**PRODUTO EDUCACIONAL CRIADO POR RENILZA ANDRADE PEREIRA PELO
CHATGPT
APRESENTAÇÃO**

Esta História em Quadrinhos foi idealizada e desenvolvida por mim, professora Renilza Andrade, como parte do Trabalho de Conclusão do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Intitulada ENTRE MANCHAS E MOLÉCULAS – O ensino de hidrocarbonetos na perspectiva da Aprendizagem Baseada em Problema e do derramamento de óleo no litoral pernambucano, esta obra propõe uma abordagem didática para o ensino de Química que articula conceitos científicos a partir de um contexto real e urgente: o desastre ambiental causado pelo derramamento de óleo nas praias do Nordeste brasileiro, ocorrido em 2019. Justificamos o título, considerando que esta HQ pode ser recurso didático quando se trabalha na perspectiva da Aprendizagem Baseada em Problema (ABP).

A história é voltada para alunos e professores de Química do 9º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio, e tem como objetivo tornar o aprendizado dos hidrocarbonetos mais significativo, reflexivo e conectado à realidade. A narrativa convida os leitores a pensar criticamente, investigar soluções e compreender a Química como ferramenta essencial para a análise e resolução de problemas socioambientais.

ENTRE MANCHAS E MOLÉCULAS

O ensino de hidrocarbonetos na perspectiva da
Aprendizagem Baseada em Problema e o derramamento
de óleo no litoral pernambucano



















Prezados estudantes,

Convidamos vocês para um desafio acadêmico de grande relevância. Em 2019, o litoral pernambucano enfrentou uma grande crise ambiental: um navio de origem desconhecida derramou uma quantidade significativa de óleo próximo à costa, que se alastrou por vários litorais, causando um dos maiores desastres ambientais do país. As praias paradisíacas, os manguezais e os recifes de corais foram tomados por uma extensa mancha negra, ameaçando a vida marinha. Tartarugas, aves e diversas espécies aquáticas sofreram com a contaminação por hidrocarbonetos, comprometendo também a economia local, dependente do turismo e da pesca.

Diante desse cenário, desafiamos vocês, enquanto cidadãos conscientes e responsáveis, a pesquisarem, refletirem e discutirem sobre esse derramamento e a responderem ao problema: quais soluções podem ser propostas para mitigar ou prevenir crimes ambientais como esse?

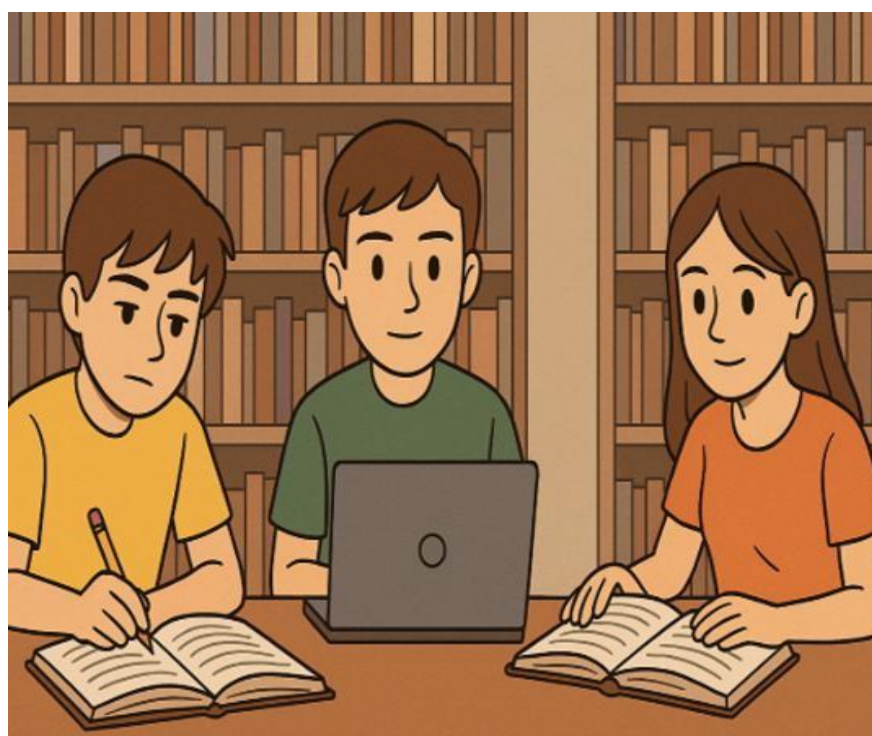


































**A CIÊNCIA PODE AJUDAR A RESOLVER
GRANDES PROBLEMAS QUANDO
CONECTAMOS O CONHECIMENTO
À REALIDADE.**

**O MEIO AMBIENTE AGRADECE POR
CADA SOLUÇÃO PENSADA COM
RESPONSABILIDADE E EMPATIA.**

