

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EM QUÍMICA
BRUNA CABRAL ARAUJO

**EMPREGO DO TEMA GERADOR PETRÓLEO PARA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE QUÍMICA: ANÁLISE DE
PUBLICAÇÕES E ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA**

NOVA IGUAÇU

2024

BRUNA CABRAL ARAUJO

**EMPREGO DO TEMA GERADOR PETRÓLEO PARA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE QUÍMICA: ANÁLISE DE
PUBLICAÇÕES E ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Química da
Universidade Federal do Rio de Janeiro,
como requisito parcial para obtenção do grau
de licenciado em química

Orientadora: Dra. Priscila Tamiasso-Martinhon

Coorientadora: Dra. Célia Regina Sousa da Silva

NOVA IGUAÇU

2024

BRUNA CABRAL ARAUJO

**EMPREGO DO TEMA GERADOR PETRÓLEO PARA A
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE QUÍMICA: ANÁLISE DE
PUBLICAÇÕES E ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Química da Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como requisito parcial para
obtenção do grau de licenciado em química

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Priscila Tamiasso-Martinhon (Orientadora)

Instituto de Química - UFRJ

Prof.^a Dra. Célia Regina Sousa da Silva (Coorientadora)

Instituto de Química - UFRJ

Prof.^a Dra. Grazieli Simões

Instituto de Química – UFRJ

Prof.^a Dra. Angela Sanches Rocha

Instituto de Química – UERJ

MSc. Luiza Maria Siqueira Sancier de Oliveira

Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia - UFRJ

FICHA CATALOGRÁFICA

ARAUJO, Bruna Cabral

Emprego do tema gerador petróleo para a aprendizagem significativa de química: análise de publicações e elaboração de uma sequência didática. Bruna Cabral Araujo.

Rio de Janeiro, 2024.

126 f.

Orientador: Priscilla Tamiasso-Martinhon.

Coorientador: Célia Regina Sousa da Silva

Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Licenciado em Química, 2024.

1. Petróleo 2. Ensino de Química 3. Aprendizagem Significativa. I. Tamiasso-Martinhon, Priscila, orient. II. Sousa da Silva, Célia Regina, coorient. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Neste trecho gostaria de agradecer aos meus pais, minha irmã e aos meus amigos pelo apoio, carinho e compreensão pelas ausências em alguns eventos nos últimos anos que dediquei a minha graduação em licenciatura em química.

Em especial, agradeço minha irmã Patrícia Cabral Araújo, licenciada em língua inglesa e minha mãe Maria de Fátima Cabral Araújo, pedagoga que foram minhas grandes mediadoras na minha jornada de formação como profissional da educação.

Também agradeço meus amigos Jaqueline Sousa Santos e Rodrigo da Cunha Mangelli que foram meus revisores em inúmeros trabalhos do curso e me apoiaram prontamente durante meu CTI de Covid-19 na pandemia.

Agradeço também às minhas orientadoras Priscila Tamiasso-Martinhon e Célia Regina Sousa pela confiança e pelo apoio na realização deste trabalho. Além disso, deve agradecê-las e parabenizá-las pela dedicação ao curso de licenciatura semipresencial do consórcio CEDERJ.

Agradeço a minha professora regente tutora Melissa Evangelista de Abreu pela ajuda e contribuição profissional durante o estágio supervisionado no Colégio Estadual Álvares Cabral.

Por fim, gratidão ao Grupo Interdisciplinar de Educação, Eletroquímica, Saúde, Ambiente e Arte (GIEESAA), ao Grupo Interinstitucional e Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão em Ciências (GIMEnPEC) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

“Ensinar exige compreender que a educação é uma forma de intervenção no mundo”
Paulo Freire

RESUMO

ARAUJO, Bruna Cabral. **Emprego do tema gerador petróleo para aprendizagem significativa de química: análise de publicações e elaboração de uma sequência didática.** Rio de Janeiro, 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2024.

O ensino de química deve estar associado à realidade dos alunos de forma a engajá-los nas aulas. Nesse sentido, a temática de petróleo apresenta um grande potencial de emprego nas aulas de química para promover aprendizagem, uma vez que sua cadeia produtiva envolve diversos processos físico-químicos e produtos presentes no cotidiano ao aluno. Além disso, é um tema interdisciplinar que permite trabalhar a dimensão social da ciência através das questões ambientais, geopolíticas e socioeconômicas. Entretanto, a inserção do tema de petróleo nas aulas de química ainda apresenta obstáculos como alta complexidade do assunto e a necessidade de um maior aprofundamento teórico-metodológicos para embasar as ações pedagógicas. Nesse contexto, o presente trabalho busca revisar o emprego do petróleo no ensino de química, mapear referenciais pedagógicos de ensino e aprendizagem e elaborar uma sequência didática com tema gerador petróleo. Para isso, a metodologia aplicada baseia-se em uma pesquisa qualitativa na literatura de ensino de química para consolidar os referenciais teórico-metodológicos de aprendizagem que fundamentem o emprego do tema gerador petróleo. Com isso, foram utilizadas três bases de conhecimento: Revista Química Nova na Escola (QNEsc), anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e anais do Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI). A análise das publicações indicou um baixo número de publicações na temática de petróleo e práticas educativas aplicadas sem fundamentação em referenciais pedagógicos ou teorias de aprendizagem. Entre os referenciais teóricos encontrados estão a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, a Teoria Histórico-Cultural de Vigotski e a pedagogia freireana. Esses referenciais foram utilizados para fundamentar a sequência didática química para o ensino médio elaborada neste trabalho. Portanto, a sequência didática apresenta recursos e estratégias alinhados aos referenciais de forma a potencializar aprendizagem dos educandos e subsidiar um ensino crítico em ciências.

Palavras-Chave: Educação; Petróleo; Ensino de Química; Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

ARAUJO, Bruna Cabral. **O emprego do tema gerador petróleo para aprendizagem significativa de química.** Rio de Janeiro, 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2024.

The chemistry teaching shall be related to students' realities in order to make them engage in classes. For that matter, the oil and gas theme present a great usage potential in the chemistry classes to promote learning once its production chain involves several physicochemical processes, resulting in many different products on students' daily lives. Besides, it is an intrinsically interdisciplinary topic that allows teachers to work with the social dimension of science through environmental, socioeconomic and geopolitics issues. Nevertheless, the usage of petroleum subject in chemistry classes does not explore all its potential and pedagogic actions need theoretical and methodological deepening to support pedagogical practices. In this context, this paper aims to revise the use of oil in the chemistry teaching, map pedagogical references of teaching and learning and elaborate a didactic sequence using petroleum as generating theme. For this, the applied methodology is based on qualitative research in the literature of chemistry teaching to consolidate theoretical-methodological references of learning that support petroleum as generating theme. Thus, three scientific journals and databases were used: Revista Química Nova na Escola (QNEsc), National Meeting of Chemistry Teaching (ENEQ) and Brazilian Symposium on Chemical Education (SIMPEQUI). The analysis of the publications indicated a small number of publications on the theme of petroleum and applied educational practices without foundation in pedagogical references or learning theories. Among the theoretical frameworks found are Ausubel's Theory of Meaningful Learning, Vygotsky's Historical-Cultural Theory and Freire's pedagogy. These references were used to support the didactic sequence of chemistry elaborated for high school classes. Therefore, the didactic sequence presents resources and strategies aligned with the references in order to enhance students' learning and support critical teaching in science.

Keywords: Education; Petroleum; Teaching of chemistry; Meaningful learning.

PRELÚDIO

O meu primeiro contato com a química foi na oitava série do ensino fundamental, atual nono, na Escola Municipal Uruguai da cidade do Rio de Janeiro no ano de 2000. Esse ano foi muito marcante na minha vida, pois estudava para tentar uma vaga em uma escola federal para cursar o ensino médio.

A aprovação veio para a Escola Técnica Federal de Química que naquele mesmo ano mudava de nome para CEFETEQ, especificamente para o campus Maracanã. A escola ainda mudaria novamente de nome pra CEFET Química, sendo chamada atualmente de Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ).

Na escola técnica, tive meu segundo contato com a química, mas meu primeiro contato com laboratórios de ciências. Nesse sentido, tive inúmeras atividades experimentais que guardo boas recordações desde a “meia-gota” no ponto de virada de uma titulação até a descoberta da existência de uma cor azul da Prússia em uma prática de complexação.

Nesse contexto, também tive meu primeiro contato com o tema do petróleo nas aulas de processos orgânicos e operações unitárias do curso técnico. Além disso, um dos professores levou nossa turma do curso técnico para o *Rio Oil & Gas* de 2004, que é o maior evento do setor da América Latina.

Em 2004, também iniciei minha graduação em engenharia química na Escola de Química (EQ) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, concomitantemente com o último semestre do curso técnico de química industrial. Em 2005, realizei estágio técnico no Polo de Xistoquímica do Instituto de Química (IQ) da UFRJ e emendando minha iniciação científica em seguida no mesmo local. Ainda no mesmo ano, fiz concurso para técnico de química de petróleo da Petrobras e fui aprovada.

Em meados de 2006, fui convocada e ingressei na Petrobras para atuar como técnica química em um laboratório de qualidade de combustíveis no Centro de Pesquisas da Petrobras (CENPES). Depois também desenvolvi atividades nos laboratórios de processamento primário de petróleo e de garantia de escoamento de petróleo. No final de 2009, concluí minha graduação da EQ da UFRJ e ingressei no mestrado acadêmico no início de 2010.

Em 2011, fui aprovada em um novo concurso de engenharia da Petrobras, ingressando pela segunda vez na empresa para meu cargo atual de engenheira de

processamento. Como engenheira atuei como suporte técnico a plataformas da Bacia de Campos nas áreas de processamento primário de petróleo, injeção de água em reservatórios e produtos químicos até 2017. A partir de 2017, minhas atividades estão na engenharia de detalhamento de novos projetos de instalações de superfície para produção de óleo e gás

Em 2018, participei de um processo seletivo simplificado para professor substituto para disciplinas de petróleo e fui aprovada. Nessa ocasião, comecei a refletir sobre começar minha segunda graduação em licenciatura em química. Com isso, fui professora substituta durante um semestre em 2019 no IFRJ no período noturno de forma a conciliar com meu trabalho na Petrobras.

Como meu interesse pela educação aumentou, realizei vestibular para o curso de química na modalidade semipresencial da Fundação CECIERJ. Fui aprovada e comecei a graduação de licenciatura em química no segundo semestre de 2019. Nesta segunda graduação, aprendi sobre diversos assuntos educacionais e pude aperfeiçoar minha primeira formação com uma dimensão social da ciência.

Sendo assim, gostaria de refletir minhas vivências no trabalho de conclusão de curso, unindo a química com meus conhecimentos do setor de petróleo. O petróleo ainda move o mundo e está no cerne de discussões geopolíticas do nosso país como produção do pré-sal e da margem equatorial. Portanto, é fundamental um ensino de química contextualizado com essa para uma educação crítica em ciências.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema conceitual sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa.....	22
Figura 2 – Esquema da cadeia produtiva do petróleo.....	26
Figura 3 – Matriz Energética Mundial em 2020.....	26
Figura 4 – Matriz Energética Brasileira em 2022.....	27
Figura 5 – Maiores Produtores de petróleo em 2022.....	27
Figura 6 – Projeção da demanda global de petróleo.....	28
Figura 7 – Drake e o primeiro poço de petróleo dos Estados Unidos.....	29
Figura 8 – Reportagem sobre a descoberta do petróleo no Brasil em 1939.....	30
Figura 9 – Campanha “O Petróleo é Nosso”.....	30
Figura 10 – Acumulação de petróleo em uma bacia sedimentar.....	31
Figura 11 - Constituição do petróleo.....	32
Figura 12 – Esquema de uma torre de perfuração terrestre.....	35
Figura 13 – Tipos de plataformas para perfuração de poços.....	35
Figura 14 - Mecanismo de gás em solução.....	37
Figura 15 - Mecanismo de capa de gás.....	37
Figura 16 - Mecanismo de influxo de água.....	37
Figura 17 – Sistemas típicos de recuperação secundária de petróleo.....	38
Figura 18 – Esquema do tratamento de água do mar para injeção de água em reservatórios de petróleo.....	40
Figura 19 – Processamento primário do petróleo nas unidades de produção.....	41
Figura 20 - Os dois tipos mais simples de emulsões, óleo em água (O/A) e água em óleo (A/O), na parte superior. O próximo nível de complexidade abaixo, água em óleo em água (A/O/A) e óleo em água em óleo (O/A/O).....	41
Figura 21 – Logística do petróleo para refinaria e terminais.....	43
Figura 22 – Entradas e saídas típicas de uma UPGN convencional.....	44
Figura 23 – Etapas de preparação do petróleo antes da destilação.....	46
Figura 24 – Diagrama de blocos da destilação atmosférica.....	46
Figura 25 – Torres de fracionamento de uma refinaria e esquema da destilação do petróleo em uma torre com os diferentes produtos obtidos.....	47
Figura 26 – Diagrama de blocos da destilação a vácuo.....	47

Figura 27 – Cargas típicas para unidade craqueamento catalítico.....	48
Figura 28 – Frações básicas de refino e suas aplicações em produtos de petróleo.....	50
Figura 29 – Publicações na Química Nova na Escola (QNEsc) no eixo temático de petróleo.....	52
Figura 30 – Publicações no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) no eixo temático de petróleo.....	54
Figura 31 – Publicações do Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI) no eixo temático de petróleo.....	57
Figura 33 – Dificuldades de inserção do tema de petróleo no ensino de química.....	62
Figura 33 - Exemplo de nuvem de palavras sobre petróleo.....	68
Figura 34 - Site ou aplicativo <i>Kahoot!</i> para jogos e <i>quizzes</i>	70
Figura 35 - Exemplo de mapa conceitual sistematizando os conhecimentos discutidos nas aulas.....	72
Figura 36 – Os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 das Nações Unidas.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição elementar do petróleo.....	32
Tabela 2 – Tipos de hidrocarbonetos encontrados em um petróleo norte-americano.....	33
Tabela 3 – Classificação de petróleos com °API.....	34
Tabela 4 – Frações Típicas do Petróleo.....	49
Tabela 5 – Publicações na Química Nova na Escola (QNEsc) no eixo temático de petróleo.....	52
Tabela 6 - Publicações no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) no eixo temático de petróleo.....	53
Tabela 7 - Publicações do Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI) no eixo temático de petróleo.....	55
Tabela 8 – Resumo das publicações encontradas com referenciais teóricos e pedagógicos e conteúdo de química e petróleo abordados.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP	Agência Nacional de Petróleo e Biocombustíveis
AP	Água Produzida
API	<i>American Petroleum Institute</i>
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BP	<i>British Petroleum</i>
BS&W	<i>Basic Sediment and Water</i>
CTS	Ciência-Tecnologia-Sociedade
CTSA	Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente
E&P	Exploração e Produção de Petróleo
FPSO	<i>Floating Production Storage and Offloading</i>
ENEQ	Encontro Nacional de Ensino de Química
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GOL	Gasóleo Leve
GOLV	Gasóleo Leve de Vácuo
GOP	Gasóleo Pesado
GOPK	Gasóleo Pesado do Coqueamento
GOPV	Gasóleo Leve de Vácuo
LGN	Líquidos de Gás Natural
NF	Nanofiltração
ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
RASF	Resíduo Asfáltico
RAT	Resíduo da Destilação Atmosférica
RFCC	<i>Residue Fluid Catalytic Cracking</i>
RV	Resíduo de Vácuo
SIMPEQUI	Simpósio Brasileiro de Educação Química
SS	Semissubmersível
TAS	Teoria de Aprendizagem Significativa
TASC	Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica

TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TIC	Tecnologia de Informação e comunicação
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
THC	Teoria Histórico-Cultural
TOG	Teor de Óleo e Graxas
UEP	Unidade Estacionária de Produção
UPGN	Unidade de Processamento de Gás Natural
URS	Unidade de Remoção de Sulfato
QAV	Querosene de Aviação
QNEsc	Química Nova na Escola
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 Justificativa.....	19
1.2 Objetivos.....	19
1.2.1 Objetivo Geral.....	19
1.2.2 Objetivos Específicos.....	20
1.2.3 Objetivos Colaterais.....	20
2 REFERENCIAIS TEÓRICOS E PEDAGÓGICOS.....	21
3 FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS DO PETRÓLEO.....	26
3.1 Breve Histórico.....	28
3.2 Formação e Classificação do Petróleo.....	31
3.3 Exploração e Produção do Petróleo.....	34
3.3.1 Mecanismos de Produção do Petróleo.....	36
3.3.2 Métodos de Recuperação de Petróleo.....	38
3.3.3 Processamento Primário do Petróleo.....	40
3.4 Condicionamento e Processamento do Gás Natural.....	43
3.5 Refino do Petróleo.....	44
3.5.1 Unidade de Destilação.....	45
3.5.2 Processos Fundo de Barril.....	48
3.5.2 Derivados do Petróleo.....	48
4 METODOLOGIA.....	51
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
5.1 Análise das publicações.....	52
5.2 Sequência Didática.....	62
5.2.1 Importância do planejamento docente.....	62
5.2.2 Planejamento da Sequência Didática.....	64
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
REFERÊNCIAS.....	81
ANEXO.....	89
APÊNDICE.....	101

1 INTRODUÇÃO

O ensino de química abrange temas complexos e aparentemente distantes do cotidiano discente, o que dificulta o engajamento dos alunos nas aulas. Nesse sentido, o currículo deve valorizar os conhecimentos que tenham forte relação com as trajetórias formativas dos educandos, dando prioridade às aprendizagens de situações reais, das experiências práticas, relacionando-as com contextos sociais e políticos mais amplos (CHASSOT, 1993; SANTOS, 2009).

Nessa conjuntura, a temática do petróleo se relaciona com variados conteúdos de química, além de apresentar uma forte contextualização com o cotidiano discente. Desse modo, é um assunto com grande potencial para atrair o interesse dos alunos e estimular sua participação, possibilitando também uma abordagem interdisciplinar por dialogar com questões sociais, políticas, históricas e ambientais da nossa sociedade (BATISTA *et al.*, 2020; KIOURANIS *et al.*, 2017).

O petróleo etimologicamente significa óleo de pedra, sendo constituído majoritariamente por uma mistura complexa de hidrocarbonetos e no seu estado líquido é uma substância oleosa chamado de óleo cru menos densa que a água e de cor variando entre o negro e castanho-claro. Na forma gasosa, é denominado gás natural e na forma sólida é chamado de xisto. O segmento de refino de petróleo, distribuição e comercialização dos derivados de petróleo é conhecido como *downstream*. Já as atividades *upstream* envolvem a exploração e a produção do petróleo (E&P), além do transporte (FARAH, 2013; GOMES, 2007; THOMAS, 2004).

A produção acumulada dos campos de pré-sal do Brasil já ultrapassa 5,5 bilhões de barris de petróleo nos últimos quinze anos. Além disso, há as descobertas mais recentes de grandes reservas de petróleo na margem equatorial com um volume estimado de 11 bilhões de barris de petróleo. A margem equatorial é uma região que se estende ao longo da costa do Brasil entre o Amapá e o Rio Grande do Norte, abrangendo as Bacia do Foz do Amazonas, Bacia do Pará-Maranhão, Bacia Barreirinhas, Bacia do Ceará e Bacia Potiguar (CORTÊS, 2023; PETROBRAS, 2023).

Nesse cenário, a exploração de petróleo é um assunto recorrente nos noticiários do país que discutem as implicações socioeconômicas da exploração de petróleo, além dos impactos ambientais para a sociedade, conseqüentemente, apresentando forte vínculo com a realidade dos alunos. Sendo assim, o tema petróleo pode contribuir para promover a aprendizagem de conceitos químicos e das implicações do conhecimento científico na

sociedade através do seu emprego como um tema gerador ou contextualizador em sala de aula.

A contextualização não deve ser entendida como a simples exemplificação do cotidiano sem uma problematização dos temas de estudo, mas como um princípio norteador da ação docente que envolve profunda significação (WARTHA *et al.*, 2013). A contextualização deve discutir questões que afetam a sociedade de forma a motivar o aluno, facilitar a aprendizagem e formá-lo para o exercício da cidadania (SANTOS; MORTIMER, 1999).

No entanto, a literatura de ensino de química não apresenta uma grande variedade de abordagens do petróleo como tema gerador e contextualizador, além de não trabalhar adequadamente as suas transversalidades com a história do Brasil e a geopolítica mundial. Desse modo, as práticas educativas na temática de petróleo apresentam lacunas de referenciais teórico-metodológico que podem afetar o potencial de aprendizagem discente. Além disso, a indústria do petróleo aplica uma infinidade de conhecimentos científicos nos seus variados segmentos que são poucos explorados em sala de aula.

Nesse contexto, este trabalho de conclusão de curso foi dividido em sete capítulos. No Capítulo 1 foi apresentada uma introdução geral, bem como a justificativa e os objetivos do trabalho, destacando a importância do tema petróleo para um ensino de ciências contextualizado e crítico de ciências.

O capítulo 2 abrange a revisão bibliográfica dos referenciais teóricos e pedagógicos que fundamentam o emprego do petróleo como um tema gerador e contextualizador para promover aprendizagem de química. Entre os referências teóricos elucidados estão a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, Teoria Histórico-Cultural de Vigostki e a pedagogia freireana.

Já o capítulo 3 apresenta uma revisão bibliográfica da temática de petróleo, compreendendo sua história, formação e tipos, exploração e produção e refino de forma a subsidiar futuras ações educativas.

O capítulo 4 elucida a metodologia de pesquisa utilizada para buscar as publicações na literatura do ensino de química e as bases de pesquisa utilizadas.

O capítulo 5 mostra os resultados e a discussão do estudo, analisando a fundamentação teórica e pedagógica das publicações encontradas, além dos conteúdos de química abordados a partir do tema do petróleo. Além disso, propõe-se uma sequência didática de aulas de química utilizando o petróleo como tema gerador de forma a

contribuir para a promoção do ensino de química crítico e contextualizado com a realidade dos educandos.

Por fim, o capítulo 6 apresenta as considerações finais deste trabalho de conclusão de curso.

No anexo, pode-se encontrar o artigo sobre o uso da temática de petróleo no ensino de química publicado no Congresso *Scientiarum Historia* 16. No apêndice, está um artigo de revisão da temática de petróleo elaborado para atender os requisitos do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

1.1 Justificativa

Segundo Santos e Mortimer (1999), o objetivo central do ensino de ciências é a formação para cidadania, ou seja, discutir conhecimentos científicos de forma que os educandos sejam capazes de participar de discussões tecnológicas e socioambientais. O petróleo e seus derivados estão fortemente presentes na nossa sociedade nos mais diversos produtos, desde insumos energéticos até solventes especiais, passando pela matéria-prima de plástico para petroquímica. Por isso, o setor petrolífero está envolvido constantemente em discussões de questões socioeconômicas e ambientais.

Nesse sentido, o tema do petróleo pode integrar conhecimentos químicos aos saberes prévios dos estudantes, permitindo também uma abordagem das implicações sociais do conhecimento científico. Como a literatura do ensino de química não apresenta uma grande variedade de abordagens do petróleo em sala de aula, o presente trabalho visa aprofundar referenciais teóricos que fundamentam o emprego desse tema na prática docente. Adicionalmente, como é importante disponibilizar práticas educativas contendo o emprego do petróleo como tema gerador ou contextualizador, o trabalho também oferece uma sequência didática de aulas na temática para contribuir para a literatura.

1.2 Objetivos

O trabalho será desenvolvido perante os seguintes objetivos: geral, específicos e colaterais detalhados a seguir.

1.2.1 Objetivo Geral

Esse trabalho apresenta como objetivo geral analisar o emprego do petróleo na literatura do ensino de química de modo a consolidar os referenciais teórico-

metodológicos dessa temática. Nesse contexto, disponibilizar uma proposta de sequência didática de aulas de química com o emprego do petróleo como tema gerador para promover a aprendizagem e educação crítica em ciências baseado na perspectiva construtivista.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Mapear o emprego do petróleo na literatura de ensino de química, buscando o referencial teórico-metodológico utilizado na proposta de ensino;
- b) Analisar se a prática pedagógica da literatura do ensino de química está fundamentada em referenciais teóricos de aprendizagem;
- c) Consolidar os principais referenciais pedagógicos que embasam o emprego no tema de petróleo para aprendizagem de química;
- d) Especificar os conteúdos dentro da temática de petróleo que podem ser trabalhados no ensino de química
- e) Disponibilizar uma proposta de sequência didática de química no eixo temático de petróleo fundamentada na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, na Teoria Histórico-Cultural de Vigotski e na pedagogia freireana para incentivar a educação crítica em ciências.

1.2.3 Objetivos Colaterais

Dialogar com as competências específicas 1 e 3 da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de Ciências da Natureza do ensino médio na sequência didática proposta, além de preparar o educando para o exercício da cidadania conforme Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB).

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (BRASIL, 2018, p.554).

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018, p.558).

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS E PEDAGÓGICOS

O presente trabalho tem como referenciais teóricos a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel, a Teoria Histórico-Cultural (THC) de Vigotski, além de dialogar com a pedagogia freireana e a ênfase Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). A compreensão das teorias de aprendizagem é importante porque possibilita ao docente conhecer os fatores relevantes para a construção de novos conhecimentos. Desse modo, o docente pode refletir sobre sua prática pedagógica e desenvolver metodologias ou estratégias de ensino adequadas para que ocorra a aprendizagem (BEBER; PINO; 2019).

Na TAS de Ausubel, a construção de um novo conhecimento é resultado da interação entre um conhecimento prévio específico com uma nova informação. A aprendizagem depende de se atribuir um significado a um novo conhecimento de forma a incorporá-lo numa estrutura cognitiva já existente. Os conhecimentos prévios relevantes para a estrutura cognitiva de aquisição do novo conhecimento são chamados de subsunçores ou ideia-âncora (SILVA, 2020).

A assimilação de novos conceitos pode ocorrer de três formas: subordinada, superordenada e combinatória. Na assimilação subordinada, o novo conhecimento é subordinado ao conceito subsunçor. Já na superordenada, o conceito previamente subordinado se modifica de forma a se tornar mais elaborado pelo processo de interação. Por fim, na assimilação combinatória, a atribuição de significados ao novo conhecimento perpassa pela relação dele com os conhecimentos prévios da estrutura cognitiva (BEBER; PINO, 2019).

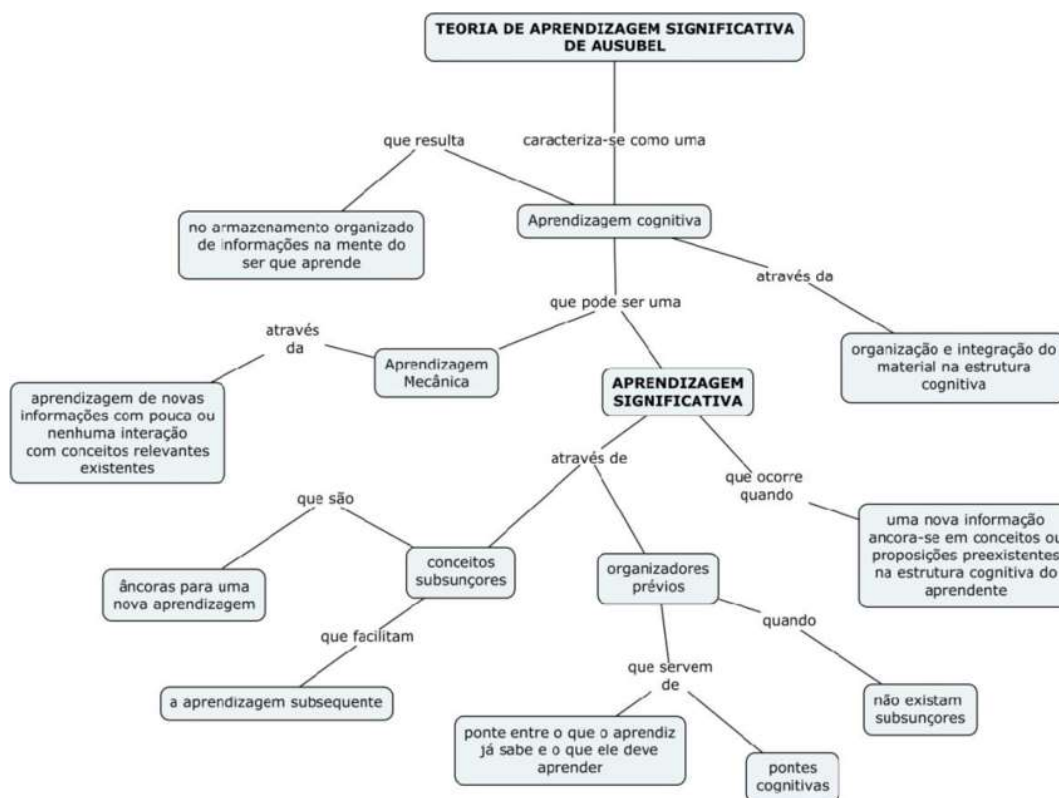
No caso da ausência de subsunçores, a Teoria de Ausubel propõe a assimilação subordinada, isto é, o uso de organizadores prévios na estrutura cognitiva que levem ao desenvolvimento de novos conceitos subsunçores para facilitar novas aprendizagens (CABREIRA *et al.*, 2019). Apesar do subsunçor adequado na estrutura cognitiva ser o fator mais importante na aprendizagem na Teoria de Ausubel, ele não é a condição única suficiente. Esse fator deve ser conjugado com a predisposição do aluno para aprender e com um material potencialmente significativo para que ocorra a aprendizagem significativa (SILVA, 2020).

Dessa maneira, as condições necessárias para a aprendizagem significativa na TAS de Ausubel são a presença do subsunçor adequado, a predisposição para aprender e um material potencialmente significativo. A predisposição em aprender do aluno é chamada de atitude potencialmente significativa, sendo uma condição difícil de ser

atingida. No entanto, essa dificuldade pode ser superada com uso de tecnologias digitais, uso de filmes e outras ferramentas com objetivo de motivar os alunos. Dessa forma, o ato de aprender significativamente também depende da realidade que o aluno está inserido, da sua individualidade e do seu contexto sociocultural (BEBER; PINO, 2019; SILVA, 2020).

A Figura 1 apresenta um esquema conceitual da TAS de Ausubel, sintetizando os seus conceitos.

Figura 1 - Esquema conceitual sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa.



Fonte: CABREIRA *et al.* (2019).

Desse modo, a Teoria de Ausubel fundamenta a importância de se integrar os saberes prévios dos estudantes à prática docente e de estratégias para motivar o aluno, levando a predisposição em aprender. A TAS também dialoga com a pedagogia freireana sobre a importância dos saberes prévios do educando no processo educativo. Ou seja, das leituras do mundo possibilitarem a expansão de conhecimentos (BEBER; PINO, 2019; FREIRE, 1989; SOUSA *et al.*, 2018).

Essa perspectiva mostra que a TAS está alinhada com as propostas de currículos narrativos em Ciências, que visam integrar conteúdos científicos a outros saberes para

aprendizagem significativa (SANTOS, 2009; SOUSA *et al.*, 2018). O currículo narrativo se baseia no aprendizado contextualizado com as histórias de vida do educando (CHASSOT, 1993). A Teoria de Ausubel também dialoga com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que busca valorizar os diferentes contextos socioculturais (BRASIL, 2018).

Além disso, a Teoria de Aprendizagem de Ausubel é compatível com outras teorias de aprendizagem, como a de desenvolvimento cognitivo de Piaget e a sociointeracionista de Vigotski. Para Piaget, a aquisição de conhecimentos também depende de certas estruturas cognitivas e da relação do sujeito com o objeto em um processo interacional conhecido como adaptação, que é subdividido em assimilação e acomodação cognição (BOCK *et al.*, 2020; PRÄSS, 2008).

A assimilação consiste em incorporar objetos do mundo exterior a esquemas mentais preexistentes e a acomodação é a alteração das estruturas cognitivas para modificar conhecimentos prévios. Para Vigotski, a aprendizagem está relacionada à interação com o mundo e à apropriação desse conhecimento de forma particular, enfatizando a interação social e a ferramenta cultural no processo de cognição (BOCK *et al.*, 2020; PRÄSS, 2008).

O aperfeiçoamento da TAS resultou em outras teorias como a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC), que incorpora uma perspectiva crítica, amplia os princípios programáticos empregados em contextos escolares e fortalece os currículos com forte relação com as trajetórias formativas dos sujeitos (FERNANDES, 2011). Também foi agregada a TAS a Teoria de Novak para considerar aspectos humanistas, como os sentimentos, emoções e ações do estudante, integrando escola, família, comunidade e cultura com a finalidade de tornar o ensino mais significativo (BEBER; PINO, 2019).

A compreensão das teorias de aprendizagem possibilita ao docente conhecer os fatores relevantes para a construção de novos conhecimentos. Desse modo, o docente pode refletir sobre sua prática pedagógica e desenvolver metodologias ou estratégias de ensino adequadas para que ocorra a aprendizagem (BEBER; PINO; 2019).

Na perspectiva da TAS de Ausubel, os mapas conceituais podem ser usados pelo docente como estratégias para identificar e organizar as estruturas cognitivas dos estudantes de forma a favorecer a aprendizagem significativa. No mapeamento conceitual, os conceitos se conectam de forma gráfica por uma linha e sobre as linhas são incluídas palavras de ligação para construir uma significação (BEBER; PINO, 2019).

Desse modo, o mapa conceitual ajuda a identificar e organizar as estruturas cognitivas dos estudantes de forma a favorecer a aprendizagem significativa. Desse modo, o mapa conceitual ajuda a organizar e sistematizar os diferentes saberes, auxiliando o aluno a perceber as relações entre os seus conhecimentos prévios e os conhecimentos científicos. Sendo assim, a atividade de elaboração de mapas conceituais pode promover evolução conceitual dos estudantes (BEBER; PINO, 2019).

A importância de se considerar os saberes prévios dos alunos da Teoria de Ausubel também está alinhada à pedagogia freireana que se opõe à transmissão de um conteúdo programático “pronto” que Freire chamava de educação bancária. Nesse sentido, a pedagogia freireana ressalta a importância do ensino estar vinculado à realidade que os educandos estão inseridos para uma educação reflexiva e problematizadora, buscando pensamento crítico para pleno exercício da cidadania (FREIRE, 1987; FREIRE, 1996).

Essa visão de educação para formação da cidadania da perspectiva freireana se aproxima das ideias do movimento CTS. A ênfase CTS articula o conhecimento científico com os problemas da sociedade para buscar soluções para a construção de uma educação humanística. A evolução dessa perspectiva inclui a questão de meio ambiente para ressaltar as relações da questão ambiental com a qualidade de vida da sociedade, sendo chamada de Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) (FERNANDES *et al.*, 2018; SANTOS, 2008).

Desse modo, o movimento CTS está comprometido com a discussão envolvendo a educação científica e a democracia, apresentando uma visão de educação para formação da cidadania. Assim, as ideias do ensino CTS se aproximam da pedagogia freireana (SANTOS, 2008; VIVELA; SELLES, 2020).

A Teoria de Aprendizagem de Ausubel é compatível com outras teorias de aprendizagem, como a de desenvolvimento cognitivo de Piaget e a sociointeracionista de Vigotski. Para Piaget, a aquisição de conhecimentos também depende de certas estruturas cognitivas e da relação do sujeito com o objeto em um processo interacional conhecido como adaptação, que é subdividido em assimilação e acomodação. A assimilação consiste em incorporar objetos do mundo exterior a esquemas mentais preexistentes e a acomodação é a alteração das estruturas cognitivas para modificar conhecimentos prévios. Já para Vigotski, a aprendizagem está relacionada à interação com o mundo e à apropriação desse conhecimento de forma particular, enfatizando a interação social e a ferramenta cultural no processo de cognição (BOCK *et al.*, 2020).

O referencial teórico de Vigotski se refere à Teoria Histórico-Cultural (THC) que ressalta a dimensão histórica, a interação social e a ferramenta cultural no processo de cognição. Essa teoria de Lev Vigotski envolvendo os conceitos de interação, internalização, mediação e zona de desenvolvimento proximal (ZDP) no processo de desenvolvimento cognitivo e aprendizagem (BOCK *et al.*, 2001).

No contexto da THC, o indivíduo adquire seus conhecimentos a partir de relações interpessoais, ou seja, pela troca com o mundo que ocorre através da linguagem. Para completar a aprendizagem, é necessário o processo de internalização que envolve a apropriação de um conhecimento externo de forma particular, ou seja, é a reconstrução interna de um processo externo. Esse processo também ocorre por meio da linguagem que é o instrumento que viabiliza a capacidade humana de representar a realidade, desenvolvendo o pensamento. Na evolução do pensamento e da linguagem, relações se estabelecem entre eles e os modificam, por isso linguagem e pensamento são processos interdependentes desde o início da vida (BOCK *et al.*, 2001; PRÄSS, 2008).

A ZDP é a distância entre a zona de desenvolvimento real em que o indivíduo resolve sozinho um problema e a zona de desenvolvimento potencial que o indivíduo soluciona problema com orientação de alguém. Nesse contexto, a mediação é uma estratégia de ensino que fornece suporte individual ao aprendiz na ZDP. Na teoria de desenvolvimento cognitivo e aprendizagem de Vigotski, o professor assume a posição de mediador do processo de aprendizagem, sendo o condutor, o estimulador e o avaliador da aprendizagem em sala de aula (BOCK *et al.*, 2001).

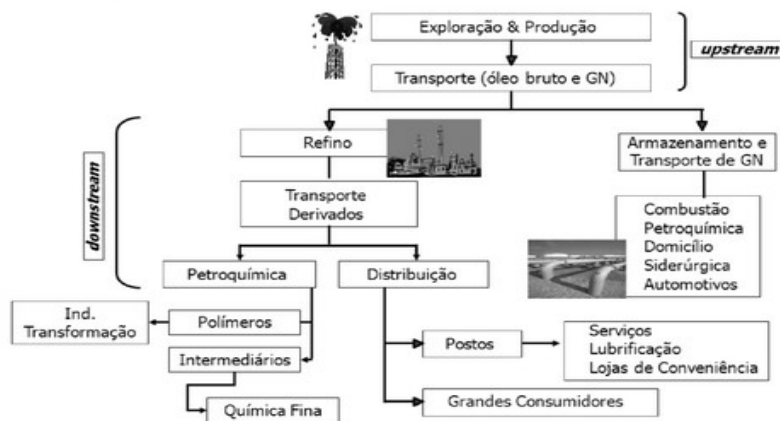
A prática docente pela teoria vigotskiana deve propor trabalhos que os estudantes utilizem a linguagem oral ou escrita para expressar aquilo que aprendem para estimular o processo de internalização (BOCK *et al.*, 2001; PRÄSS, 2008). Além disso, deve trabalhar atividades que o docente atue como mediador da ZDP dos educandos e para possibilitar a ampliação de novas aprendizagens, como trabalhos em grupos e jogos didáticos (CUNHA, 2012).

Portanto, o professor de Química deve compreender os conceitos envolvidos nas teorias de aprendizagem de forma a desenvolver práticas pedagógicas e metodologias que contribuam para uma aprendizagem. O planejamento do “fazer” docente conjugado à aplicação consciente de elementos relevantes dos referenciais pedagógicos deve promover a evolução conceitual dos educandos.

3 FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS DO PETRÓLEO

A exploração, produção, transporte e refino do petróleo envolve uma grande variedade de processos físico-químicos, gerando derivados como combustíveis e insumos para as indústrias químicas e de transformação, como apresentado na Figura 2 (GOMES, 2007).

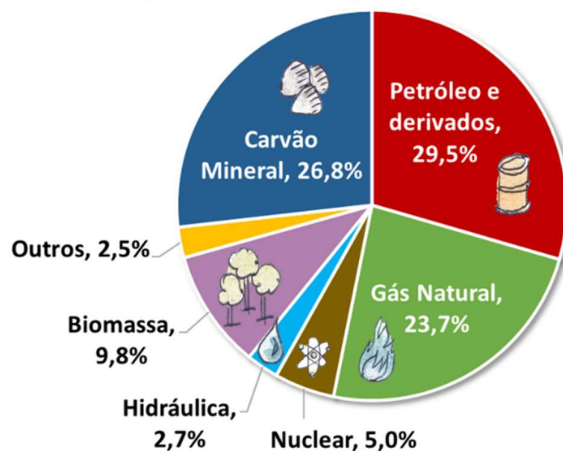
Figura 2 – Esquema da cadeia produtiva do petróleo.



Fonte: GOMES, 2007.

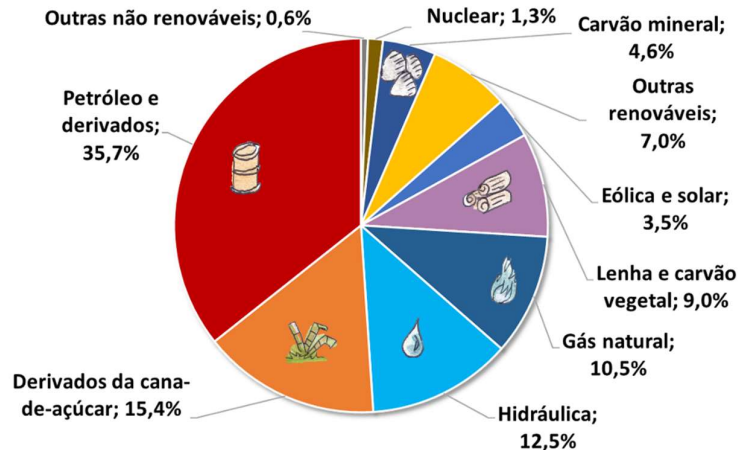
Hoje o petróleo corresponde a quase 30% das fontes de energia da matriz energética mundial e 35,7% da matriz energética brasileira, conforme mostrado na Figura 3 e Figura 4 (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2023; INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2020).

Figura 3 - Matriz Energética Mundial em 2020.



Fonte: INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2020).

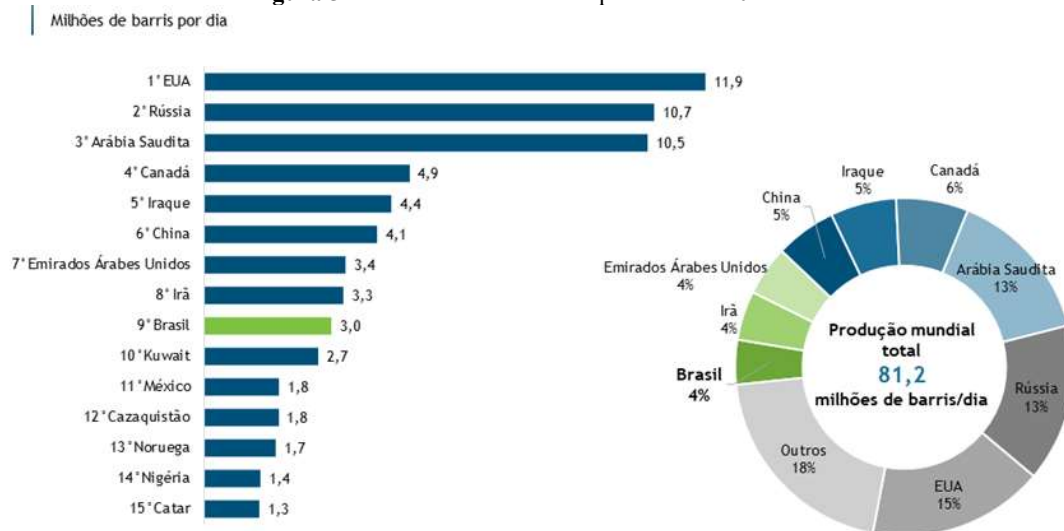
Figura 4 - Matriz Energética Brasileira em 2022.



Fonte: BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (2023).

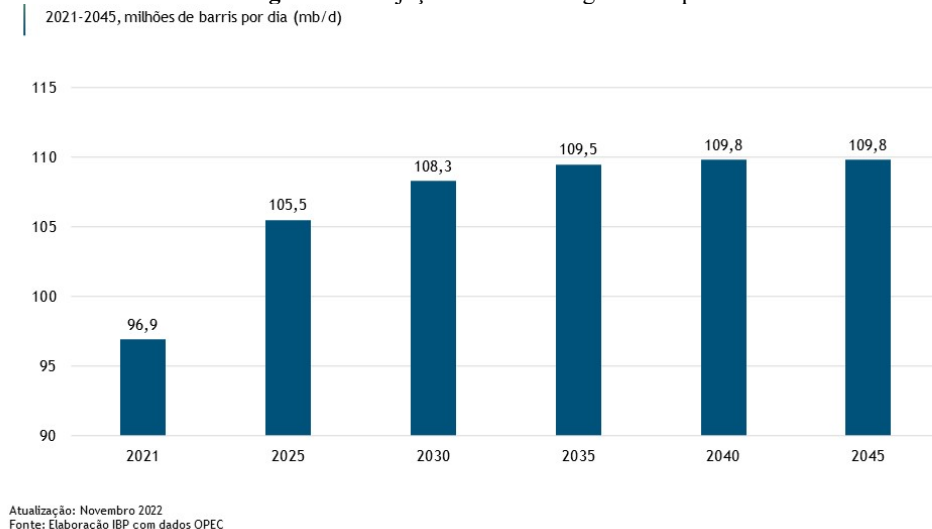
Além disso, o Brasil foi o nono maior produtor de petróleo do mundo em 2022, como apresentado na Figura 5. Além disso, o país deve se tornar o sexto maior produtor do mundo em 2030 de acordo com projeções da Agência Internacional de Energia (INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS, 2023).

Figura 5 – Maiores Produtores de petróleo em 2022



Fonte: Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (2023).

A Figura 6 indica um aumento da demanda de combustíveis fósseis mundial no médio prazo até atingir um pico nos próximos anos e o consumo de petróleo se estabilizando na próxima década (INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS, 2023).

Figura 6 – Projeção da demanda global de petróleo.

Fonte: Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (2023).

Dessa forma, o petróleo continuará no centro da matriz energética global em médio e longo prazo mesmo com a transição para fontes de energia de baixa emissão de carbono.

3.1 Breve Histórico

O petróleo já era conhecido desde a Antiguidade em muitas regiões do oriente médio onde estava contido em reservatórios subterrâneos, aflorando à superfície e formando poças de uma substância negra denominada betume. O petróleo também era conhecido por outros nomes, como azeite, asfalto, lama, óleo de rocha (GAUTO, 2016; MARIA *et al.*, 2002)

No Egito, o petróleo teve grande importância na iluminação, na impermeabilização de moradias, na construção das pirâmides e no processo de mumificação. Em 1853, na era moderna, foi descoberto uma forma de produzir querosene a partir do petróleo, surgindo a primeira refinaria de petróleo em 1856 na Polônia. O querosene rapidamente substituiu o óleo de baleia como principal combustível para as lamparinas. Desse modo, ocorreu uma elevação da demanda de querosene que impulsionou a busca para se encontrar novas fontes de petróleo, especialmente nos Estados Unidos (GAUTO, 2016; MARIA *et al.*, 2002).

Nessa conjuntura, o americano Edwin L. Drake após várias tentativas de perfuração encontrou petróleo a uma profundidade de 21 metros no estado da Pensilvânia

em 1859, sendo esse poço considerado o primeiro poço petrolífero dos Estados Unidos (Figura 7). A partir da perfuração desse primeiro poço petrolífero, houve uma caça ao petróleo por milhares de pessoas em busca do “ouro negro” para se tornarem ricas. (D’ALMEIDA, 2015; GAUTO, 2016).

Figura 7 – Drake e o primeiro poço de petróleo dos Estados Unidos.



Fonte: GAUTO (2016).

Com o crescimento das áreas de exploração e produção de petróleo, algumas empresas surgiram com destaque para as “Sete Irmãs”, grupos de empresas que dominaram a atividade petrolífera até meados do século XX, *Exxon*, *Chevron*, *Móbil*, *Texano*, *Gulf*, *British Petroleum* e *Shell*. Muitas dessas empresas permanecem até hoje na indústria de petróleo, como *Exxon Mobil*, *Royal Dutch Shell* e *British Petroleum* (BP) (D’ALMEIDA, 2015; GAUTO, 2016; MARIA *et al.*, 2002).

No Brasil, o petróleo foi descoberto em um poço em Lobato no Recôncavo Baiano, perto de Salvador, a uma profundidade de 210 metros em 1939. A Figura 8 apresenta o anúncio da descoberta do jornal GLOBO da época (PEYERL, 2017; RIBEIRO, 2023).

Figura 8 – Reportagem sobre a descoberta do petróleo no Brasil em 1939.



Fonte: PEYERL (2017).

Após a campanha nacionalista “O Petróleo é Nosso” (Figura 9), o presidente Getúlio Vargas assina a lei nº 2004 e cria a Petrobras em 3 de outubro de 1953, instituindo o monopólio estatal da exploração, refino e transporte do petróleo (GAUTO, 2016; PEYERL, 2017).

Figura 9 – Campanha “O Petróleo é Nosso”.



Fonte: GAUTO (2016).

Na década de 1970, foram descobertas províncias petrolíferas na Bacia de Campos no Rio de Janeiro quando os campos do petróleo do Recôncavo Baiano já entravam na maturidade. Nos anos 80 e 90, ocorreram várias outras descobertas em águas profundas na Bacia de Campos, como os campos gigantes de Marlim, Albacora e Roncador (THOMAS, 2004).

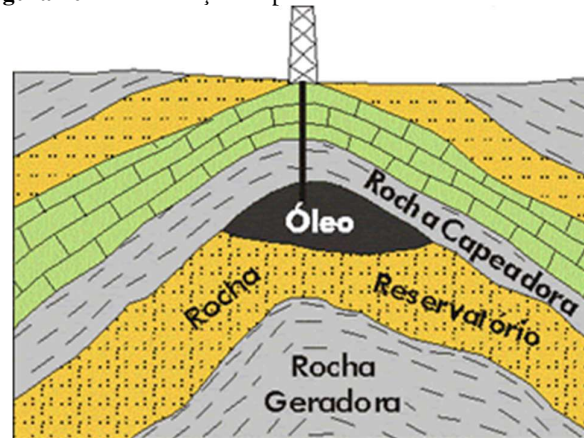
Em 1997, a lei 9.478 revoga o monopólio da Petrobras e cria Agência Nacional do Petróleo, que atualmente se chama Agência Nacional de Petróleo e Biocombustíveis (ANP) (D'ALMEIDA, 2015; PEYERL, 2017; RIBEIRO, 2023).

3.2 Formação e Classificação do Petróleo

O petróleo é o resultado de um longo processo natural decorrente da decomposição de matéria orgânica de restos de vegetais, de algas, de alguns tipos de fitoplâncton e de restos de animais que se depositaram no fundo de lagos e mares, sendo lentamente cobertos por sedimentos. Essa matéria orgânica sofreu reações químicas complexas a altas pressões e temperatura formando o petróleo que é uma mistura complexa de hidrocarbonetos gasosos, líquidos e sólidos (GAUTO, 2016; BATISTA *et al.*, 2020; THOMAS, 2004)

Dessa forma, o petróleo pode ser encontrado apenas em bacias sedimentares, associado a água e gás natural, sendo gerado em uma rocha denominada geradora ou fonte. Após o processo de geração, o petróleo migra até ser interceptado e contido por uma armadilha geológica e ser acumulado em uma rocha chamada de reservatório, como mostrado na Figura 10 (BATISTA *et al.*, 2020; THOMAS, 2004).

Figura 10 – Acumulação de petróleo em uma bacia sedimentar.



Fonte: ROSA *et. al.* (2006).

O petróleo é constituído majoritariamente de apenas dois elementos, carbono e hidrogênio, conforme apresentado na Tabela 1, mostrando que seus constituintes são hidrocarbonetos. Os outros elementos presentes no petróleo aparecem na forma

inorgânica como gás sulfídrico (H_2S) e enxofre elementar. Os metais podem ocorrer como sais orgânicos (FARAH, 2023; GAUTO; 2016; THOMAS, 2004).

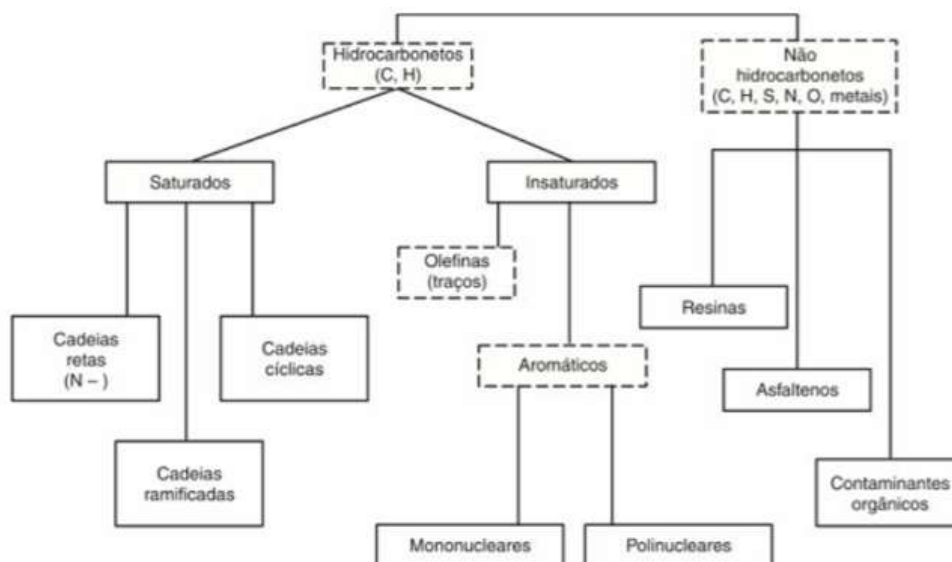
Tabela 1 – Composição elementar do petróleo.

Elemento	Teor em massa (%)
Carbono	83 a 87
Hidrogênio	10 a 14
Enxofre	0,05 a 6
Nitrogênio	0,1 a 2
Oxigênio	0,05 a 1,5
Metais (Fe, Ni, V, etc.)	<0,3

Fonte: GAUTO (2016).

Além disso, a composição química dos diversos tipos de petróleo varia bastante, possuindo uma grande variedade de estruturas moleculares. De forma geral, os constituintes do petróleo podem ser divididos em dois grupos: hidrocarbonetos propriamente ditos e não hidrocarbonetos, que são os asfaltenos, resinas, compostos sulfurados, compostos oxigenados, compostos nitrogenados e compostos organometálicos, conforme Figura 11 (FARAH, 2013).

Figura 11 – Constituição do petróleo.



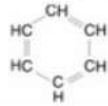
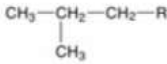
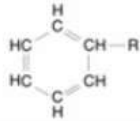
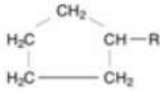
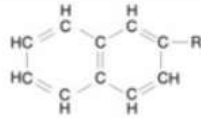
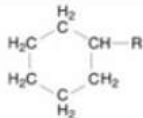
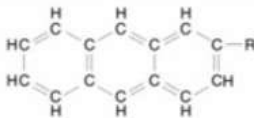
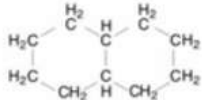
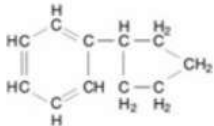
Fonte: FARAH (2013).

Os asfaltenos e resinas são substâncias muito complexas, sendo definidos pelos métodos usados para sua separação física. Os asfaltenos são definidos como a fração do petróleo insolúvel em n-heptano ou n-pentano, mas solúvel em tolueno ou benzeno a

quente. Já as resinas são definidas como a fração de petróleo insolúvel em propano, mas solúvel em n-pentano (FARAH, 2013).

A Tabela 2 apresenta os tipos de hidrocarbonetos presentes em um petróleo norte-americano.

Tabela 2 – Tipos de hidrocarbonetos encontrados em um petróleo norte-americano.

Tipo e percentual	Tipo e percentual
Parafínicos normais (14 %)	Benzeno (1 %)
$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—R}$	
Parafínicos ramificados (18 %)	Alquilbenzenos (17 %)
	
Alquilciclopentanos (10 %)	Aromáticos binucleares (17 %)
	
Alquilciclo-hexanos (6 %)	Aromáticos tri e tetranucleares (4 %)
	
Naftênicos bicíclicos (5 %)	Naftenos aromáticos (8 %)
	

Fonte: FARAH (2013).

Os hidrocarbonetos estão presentes no óleo cru na forma de três classes: alcanos ou parafínicos ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$), cicloalcanos ou naftênicos (C_nH_{2n}) e aromáticos. Desse modo, o petróleo pode ser classificado de várias formas, conforme suas características físico-químicas. Nesse sentido, o petróleo pode-se classificado de acordo com seus constituintes como: de classe parafínica com 75% ou mais de parafinas, de classe parafínica naftênica com 50-70% de parafinas e mais de 20% de naftênicos, de classe naftênica com mais de 70% de naftênicos, de classe aromática intermediária com mais de 50% de hidrocarbonetos aromáticos, de classe aromática-naftênica com mais de 35% de

naftênicos e de classe aromática-asfáltica com mais de 35% de asfaltenos e resinas (FARAH, 2013; GAUTO, 2016; THOMAS, 2004).

O petróleo também pode ser classificado dependendo do teor de enxofre em: petróleos azedos, petróleos doces e petróleos “semidoces” ou “semiácidos”. Os petróleos azedos têm percentual de enxofre superior a 2,5%, apresentando valor comercial reduzido devido a problemas associados ao seu refino como corrosão. Já os petróleos doces têm teor de enxofre inferior a 0,5% e os petróleos “semidoces” ou “semiácidos” têm teor de enxofre situado na faixa intermediária (FARAH, 2013; GAUTO, 2016).

Por fim, os petróleos também podem ser classificados de acordo com sua densidade mensurada pelo ° API, medida estabelecida pelo *American Petroleum Institute* (API) que é calculado a partir da densidade do óleo. Quanto maior o valor ° API, mais leve é o óleo (D’ALMEIDA, 2015; FARAH, 2013; GAUTO, 2016). A Tabela 3 apresenta a classificação dos petróleos de acordo com seu ° API.

$$^{\circ}API = \frac{141,5}{densidade^{15,6^{\circ}C}} - 131,5$$

Onde d é a densidade do óleo em g/cm³.

Tabela 3 – Classificação de petróleos com ° API.

Classificação	° API
Petróleos extra leves	≥40
Petróleos leves	Entre 33 e 40
Petróleos médios	Entre 27 e 33
Petróleos pesados	Entre 19 e 27
Petróleos extrapesados	Entre 15 e 19
Petróleos asfálticos	<15

Fonte: GAUTO (2016).

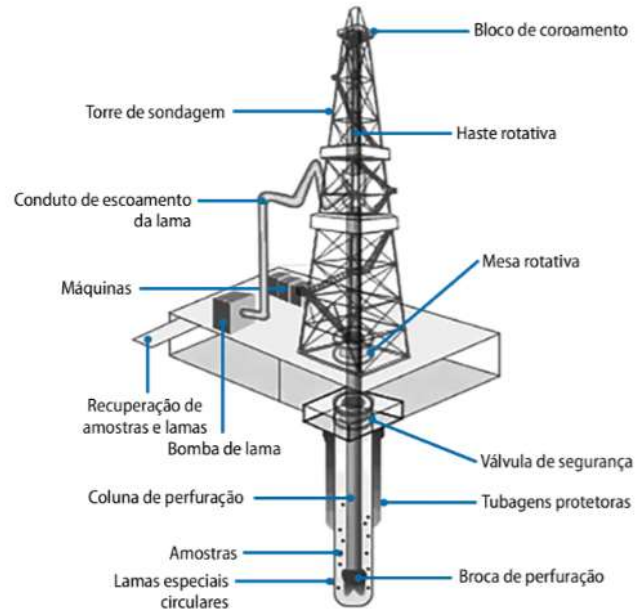
3.3 Exploração e Produção do Petróleo

A cadeia do petróleo se inicia com as atividades de exploração e produção. A exploração envolve a descoberta e delimitação de reservatórios de petróleo, caracterizando-se por ser um processo longo e dispendioso de análises de dados geofísicos e geológicos na bacias sedimentares (GAUTO, 2016; THOMAS, 2004).

Após a descoberta das reservas de petróleo, a próxima etapa é a perfuração que pode confirmar ou não a descoberta. A etapa ocorre por meio de uma sonda, que é um equipamento formado por diversas estruturas que trabalham em conjunto para o poço ser

perfurado. A Figura 12 apresenta uma torre de perfuração terrestre (GAUTO, 2016; MARIA *et al.*, 2002; THOMAS, 2014).

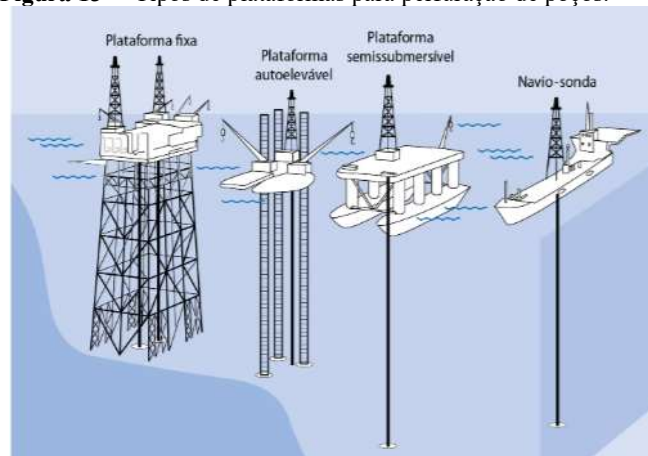
Figura 12 – Esquema de uma torre de perfuração terrestre.



Fonte: GAUTO (2016).

Já as sonda marinhas podem ser fixas ou móveis. As sondas fixas são as sondas de plataformas em locais de baixa lâmina d'água (até 300 metros). As sondas móveis são as sondas que podem ser movidas de um lugar para o outro, permitindo diferentes locações, podendo ser do tipo plataforma autoelevável, semissubmersível (SS) e navio-sonda, conforme mostrado na Figura 13 (GAUTO, 2016; THOMAS, 2004).

Figura 13 – Tipos de plataformas para perfuração de poços.



Fonte: GAUTO (2016).

Os fragmentos das rochas perfuradas são removidas continuamente através de um fluido de perfuração, também chamado de lama. O fluido é injetado por bombas na coluna de perfuração. Os fluidos de perfuração são dispersões complexas de sólidos, líquidos, produtos químicos e até gases que podem assumir aspectos de suspensão, dispersão coloidal ou de emulsão (THOMAS, 2004).

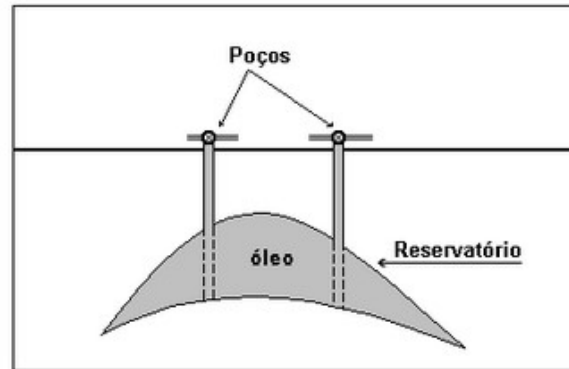
Em geral, os fluidos de perfuração são constituídos de duas fases: uma dispersante (aquosa ou orgânica) e outra dispersa, cuja complexidade depende da natureza dos produtos dispersos, requisitos e funções necessárias. Nessa conjuntura, eles devem ser especificados para garantir uma perfuração segura, apresentando características como: ser estável quimicamente, estabilizar paredes do poço mecânica e quimicamente, manter sólidos em suspensão quando estiver em repouso, ser inerte em relação a danos às rochas produtoras e ser bombeável (THOMAS, 2004).

Adicionalmente, a perfuração envolve etapas de revestimento do poço e cimentação, sendo a etapa final a completação do poço. A completação é a preparação do poço para produzir, consistindo na instalação de equipamentos no interior e exterior do poço de petróleo para controle de vazão dos fluidos, aquisição de dados, controle de produção de areia e elevação artificial. Por fim, a produção trata da operação de estações terrestres (*onshore*) ou plataformas marítimas (*offshore*) (GAUTO, 2016; MARIA *et al.*, 2002; THOMAS, 2004).

3.3.1 Mecanismos de Produção do Petróleo

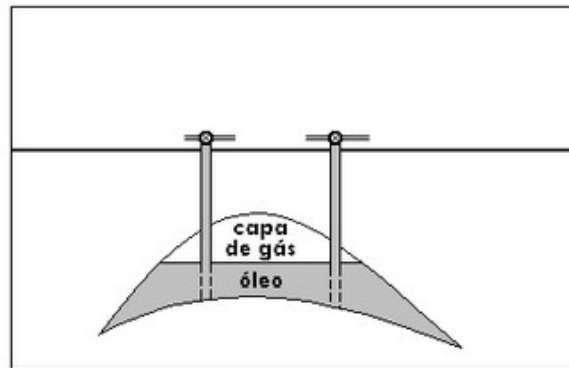
Os fluidos do reservatório do petróleo devem dispor de uma quantidade de energia para serem produzidos para vencer a resistência dos canais porosos e se deslocar para os poços de produção (THOMAS, 2004). A quantidade de óleo retirada somente devido a energia natural do reservatório é chamada de recuperação primária (ROSA *et al.*, 2006).

Essa produção dos fluidos ocorre principalmente devido à descompressão natural do sistema e ao deslocamento de um fluido por outro fluido. Nesse contexto, a produção de um reservatório pode ocorrer segundo três mecanismos: mecanismo de gás em solução, mecanismo da capa de gás e mecanismo de influxo de gás. No mecanismo de gás em solução, a produção ocorre em função da expansão do gás que estava inicialmente dissolvido no óleo, conforme Figura 14 (GAUTO, 2016; THOMAS, 2014).

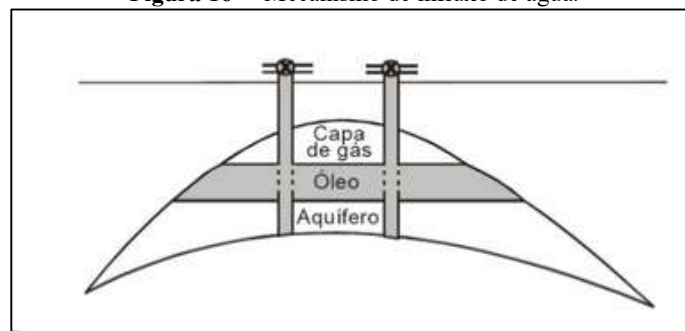
Figura 14 – Mecanismo de gás em solução.

Fonte: ROSA *et al.* (2006)

Já o mecanismo da capa de gás ocorre em reservatórios que há acúmulo de gás nas partes mais altas que formam uma capa de gás acima do óleo que migra para ocupar o lugar do óleo que é produzido, como apresentado na Figura 15. Por fim, o mecanismo de influxo de água é resultado de um influxo de água que vai deslocar mais óleo para o poço de produção, além de manter pressão do reservatório, conforme representado na Figura 16 (GAUTO, 2016; THOMAS, 2014).

Figura 15 – Mecanismo de capa de gás.

Fonte: ROSA *et al.* (2006)

Figura 16 – Mecanismo de influxo de água.

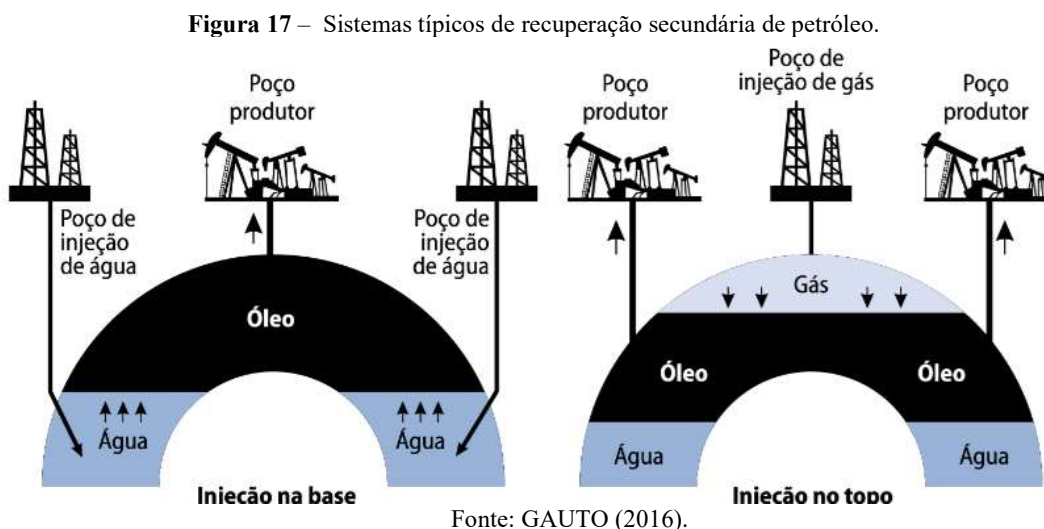
Fonte: ROSA *et al.* (2006)

O reservatório de petróleo também pode produzir devido a efeitos combinados de mais de um mecanismo combinado. A visto disso, ressalta-se que todo reservatório recebe alguma contribuição do mecanismo de gás em solução uma vez que com tempo de vida produtiva há diminuição da pressão de saturação com aparecimento de gás livre na zona de óleo (THOMAS, 2004).

3.3.2 Métodos de Recuperação de Petróleo

De forma a manter a pressão no reservatório, é necessário a suplementação dessa energia primária com uma energia transferida artificialmente para a jazida. Denomina-se como recuperação secundária as operações que resultam na produção de uma quantidade adicional de óleo além da obtida pela recuperação primária (ROSA *et al*, 2006).

Os métodos de recuperação secundária do petróleo apresentam um fator de recuperação médio de 30%, ou seja, 70% da quantidade de petróleo de um reservatório não pode ser produzida pelos métodos convencionais (THOMAS, 2004; ROSA *et al*, 2006). Os sistemas típicos de recuperação secundária convencionais são a injeção de água ou de gás no reservatório, visando deslocamento do óleo para fora dos poros da rocha reservatório, como mostrado na Figura 17 (GAUTO, 2016).



Nesse cenário, a injeção de água do mar é o mais empregado para manutenção de pressão dos reservatórios de petróleo, principalmente, em instalações de produção offshore (BADER, 2007). Entretanto, a água do mar, por conter alta concentração de sulfato, apresenta incompatibilidade química com a água da formação do reservatório que

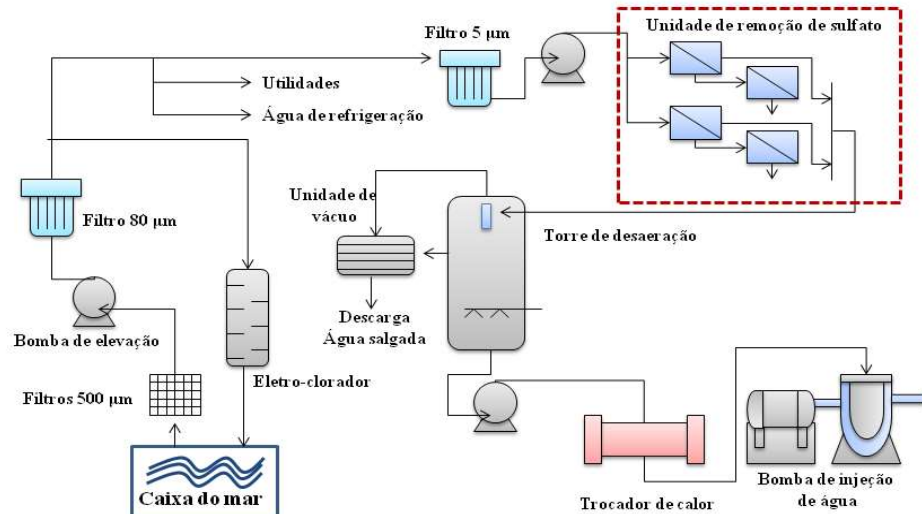
apresenta na sua composição os elementos bário, estrôncio e cálcio. Desse modo, a mistura desses fluidos pode levar um soluto a atingir seu produto de solubilidade, precipitando no interior da rocha reservatório, prejudicando a varredura e, conseqüentemente, a recuperação de petróleo (DAVIS; MCELHINEY, 2002).

Além disso, a injeção de água com alta concentração de sulfato também contribui para a acidificação biogênica dos reservatórios (*souring*) através da produção de H₂S por bactérias redutoras de sulfato. Nesse sentido, a remoção do sulfato da água do mar é uma das etapas do tratamento da água de injeção para o reservatório (DAVIS; MCELHINEY, 2002).

Nesse cenário, a aplicação de membranas poliméricas de nanofiltração (NF) para remoção de sulfato da água do mar se tornou amplamente utilizada para o controle do potencial de incrustação e mitigação de *souring* em reservatórios de petróleo (DAVIS; SOUTHWELL, 2006). As NF apresentam propriedades de transição entre a ultrafiltração e osmose inversa, como rejeição de cloreto de sódio tipicamente entre 20-80%. Por outro lado, as membranas de NF podem mostrar rejeição acima de 99% (BAKER, 2004; HABERT *et al.*, 2006).

Sendo assim, a NF é empregada nas plataformas offshore nas Unidades de Remoção de Sulfato (URS) para assegurar que os poços de injeção e produção permaneçam livres de incrustações de bário e estrôncio (BADER, 2007; DAVIS; MCELHINEY, 2002). Uma planta típica de tratamento da água do mar para injeção em poços para recuperação secundária é apresentada na Figura 18.

Figura 18 – Esquema do tratamento de água do mar para injeção de água em reservatórios de petróleo.



Fonte: NICOLINI (2017).

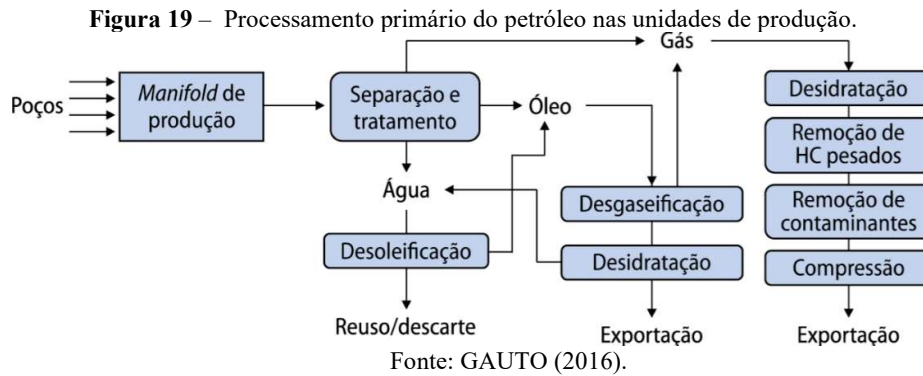
3.3.3 Processamento Primário do Petróleo

O óleo bruto produzido chega à superfície e é coletado por intermédio de dutos e tratados em estações coletoras para os campos terrestre (*onshore*) ou em unidades estacionárias de produção (UEPs), também conhecidas como plataformas de produção para os campos marítimos (*offshore*) para passar por um processamento primário (GAUTO, 2016)

As UEPs podem ser do tipo fixas, semissubmersíveis e FPSO (*Floating Production Storage and Offloading*). Os FPSOs são navios com capacidade para processar e armazenar o petróleo, além de prover sua transferência (GAUTO, 2016; THOMAS, 2004).

O processamento primário do petróleo deve promover a separação do óleo, gás e água, tratar ou condicionar os hidrocarbonetos para que o óleo possa ser transferido para as refinarias e o gás para as unidades de processamento de gás natural (UPGNs) e tratar a água separada do petróleo, chamada de água produzida, para descarte dentro dos parâmetros da legislação ambiental ou reinjeção nos poços (GAUTO, 2016).

A Figura 19 mostra de forma simplificada os processos envolvidos no processamento do óleo e do gás nas unidades de produção.



Durante o percurso do reservatório até a superfície, o óleo e a água formam uma emulsão do tipo água em óleo. As emulsões são dispersões de líquidos imiscíveis, ou parcialmente miscíveis, termodinamicamente instáveis e estabilizadas por tensoativos. No caso da produção de petróleo, há a presença de agentes emulsificantes na sua composição, que são moléculas que têm uma parte constituída de heteroátomos com afinidade pela água (polar) e uma parte com afinidade pelo óleo (apolar) (BRASIL *et al.*, 2011; THOMAS, 2004).

A maioria das emulsões é composta por uma fase aquosa e uma fase oleosa. Se o meio oleoso é a fase dispersa e a água é a fase contínua, a emulsão é dita óleo em água (O/A); e se o meio aquoso é a fase dispersa a emulsão é dita água em óleo (A/O) (SHAW, 1992). Como na indústria de petróleo as emulsões tipo A/O são as mais comuns, muitas vezes estas são chamadas também de emulsões normais enquanto as emulsões O/A são ditas emulsões inversas (MAIA FILHO, 2010).

A Figura 20 ilustra esquematicamente os tipos mais simples de emulsões e, também, as emulsões de maior complexidade (MAIA FILHO, 2010; SCHRAM, 2005).

Figura 20 – Os dois tipos mais simples de emulsões, óleo em água (O/A) e água em óleo (A/O), na parte superior. O próximo nível de complexidade abaixo, água em óleo em água (A/O/A) e óleo em água em óleo (O/A/O).



Fonte: SCHRAM (2005).

A presença de água associada ao petróleo pode provar uma série de problemas nas etapas de produção, transporte e refino como: superdimensionamento de equipamentos, maior consumo de energia, problemas de corrosão e incrustação salina. Nesse cenário, o óleo é tratado para enquadrar o teor de água, sais e sedimentos (*Basic Sediment and Water*, BS&W) que pode variar de 0,5% a 1%, além de requisitos de pressão de vapor para armazenamento seguro para posterior transporte às refinarias ou terminais. (BRASIL *et al.*, 2011; GAUTO, 2016; THOMAS, 2004).

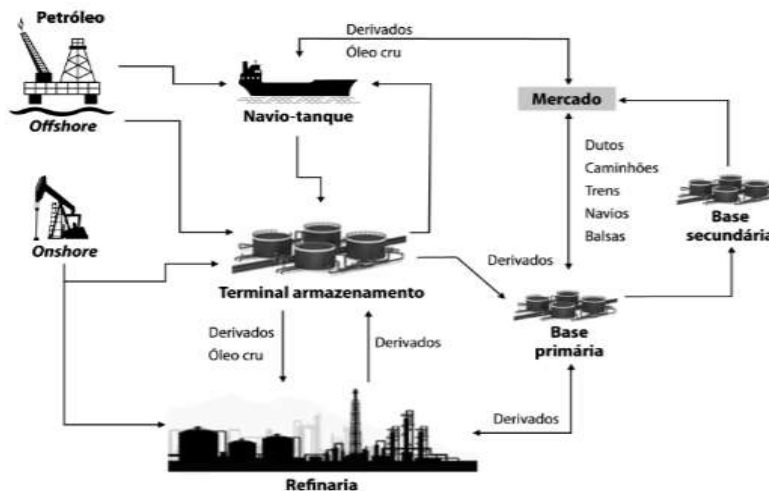
A desestabilização das emulsões de petróleo é realizada pelo calor, eletricidade e uso de desemulsificante através do enfraquecimento e rompimento da película que circunda as gotículas de água, proporcionando coalescência e sedimentação. A salinidade do óleo é outro requisito que precisa ser controlado, com variação de 285 mg/L e 560 mg/L a depender do destino uma vez que a água oriunda das formações produtoras apresentam um teor de sais dissolvidos, normalmente muito superior ao da água do mar (35.000 mg/L) (BRASIL *et al.*, 2011; GAUTO, 2016; THOMAS, 2004).

Já o tratamento do gás envolve sua desidratação, remoção de hidrocarbonetos pesados, contaminantes e ajuste da pressão. A remoção de contaminantes do gás, como gás sulfídrico (H₂S), visa evitar corrosão nas tubulações. O tratamento de gás pode envolver tecnologias de absorção em solventes, adsorção em leitos sólidos, membranas (GAUTO, 2016; THOMAS, 2004).

A remoção de água evita a formação de hidratos, que causam obstrução nas tubulações. Por fim, a água produzida deve atender um limite de óleo disperso para ser descartada, que é o teor de óleo e graxas (TOG) de 29 mg/L para unidades marítimas ou pode ser reinjetada nos reservatórios para recuperação secundária de óleo. A indústria de petróleo utiliza comumente hidrociclones e flotadores para tratar a água produzida (GAUTO, 2016, BRASIL, 2007; THOMAS, 2004).

Após a etapa de produção, o petróleo é transportado por meio de dutos e navios para os terminais, onde são armazenados. O petróleo é então transferido para as refinarias para processamento e obtenção dos seus derivados, conforme mostrado na Figura 21 (GAUTO, 2016; MARIA *et al.*, 2002).

Figura 21 – Logística do petróleo para refinaria e terminais.



Fonte: GAUTO (2016).

Já o escoamento do gás da unidade de produção até as unidades de processamento de gás natural (UPGNs) ocorre por meio de gasodutos.

3.4 Condicionamento e Processamento do Gás Natural

O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos gasosos que existe na fase gasosa ou em solução no reservatório que permanece no estado gasoso nas condições atmosféricas de pressão e temperatura. Abrange do gás metano (CH_4) ao hexano (C_6H_{14}), além de contaminantes como gás sulfídrico (H_2S) e gás carbônico (CO_2) dos diluentes nitrogênio e vapor d'água (THOMAS, 2004; VAZ *et al.*, 2008).

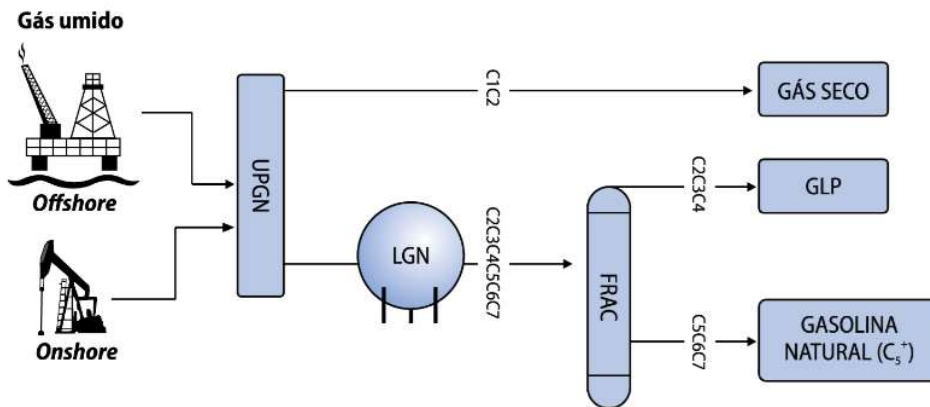
Nessa conjuntura, é necessário realizar o tratamento do gás que se refere à remoção ou redução dos contaminantes para atender às especificações de segurança, transporte ou processamento posterior. Assim, o condicionamento e processamento do gás natural compreende a desidratação para evitar corrosão e formação de hidratos nos gasodutos, a dessulfurização para a remoção de compostos de enxofre que causam corrosão, além da remoção de CO_2 também para evitar processos corrosivos e diminuir custos de transporte no caso de estar presente em grande quantidade. Hidratos são compostos formados pela reação entre água livre e formadores de hidratos (metano, CO_2 etc.) em uma determinada condição favorável de temperatura e pressão e visualmente são similares ao gelo (THOMAS, 2004; VAZ *et al.*, 2008).

Assim, após o condicionamento, o gás natural pode ser enviado para uma UPGN para separação de fases leves (metano, etano) das pesadas, que apresentam maior valor comercial. O gás natural antes de ser processado é conhecido como “gás úmido” por

conter líquidos de gás natural (LGN) enquanto o gás residual é chamado de “gás seco” por não possuir hidrocarbonetos condensáveis (THOMAS, 2004).

A Figura 22 apresenta uma planta convencional de processamento do gás natural que separa as frações líquidas, gás liquefeito de petróleo (GLP) e gasolina, da gasosa que é rica em metano (C1) e etano (C2) (GAUTO, 2016).

Figura 22 – Entradas e saídas típicas de uma UPGN convencional.



Fonte: GAUTO (2016).

3.5 Refino do Petróleo

O refino se refere ao processamento do petróleo para se obter seus inúmeros derivados, como o GLP, a gasolina, o querosene de aviação (QAV) e óleo diesel. Para compatibilizar o tipo de petróleo com o mercado de derivados, cada refinaria é construída um conjunto de unidades, chamado esquema de refino. Nesse contexto, as refinarias devem ser projetadas conforme o tipo de petróleo a ser processado e de acordo com as demandas do mercado consumidor (GAUTO, 2016; GOMES, 2007; SZKLO; ULLER, 2008).

As unidades do esquemas de refino podem ser classificadas conforme suas características comuns, sendo chamados de processo de separação, de conversão e de tratamento. Os processos de separação envolvem a separação e família de hidrocarbonetos, também chamadas de frações, com propriedades físicas comuns ou semelhantes. Nesses processos, não ocorre nenhuma modificação da estrutura química das componentes do petróleo, ou seja, não existe reação química. Exemplos de processos fazem parte desse grupo estão: destilação, desasfaltação, extração de aromáticos, desparafinação, adsorção de n-parafinas (BRASIL *et al.*, 2011; GOMES, 2007).

Já nos processos de conversão, as frações de hidrocarbonetos são modificadas por meio de reações químicas específicas, gerando novas famílias de hidrocarbonetos de maior interesse econômico. As reações podem ser promovidas por meio do aumento de temperatura como nos processos térmicos ou pelo emprego de catalisadores específicos nos chamados processos catalíticos (BRASIL *et al.*, 2011; GOMES, 2007). O craqueamento térmico, coqueamento retardado e pirólise são processos térmicos e o craqueamento catalítico em leito fluidizado, hidrocrackeamento catalítico, alquilação catalítica e reforma catalítica são processos catalíticos.

Por fim, os processos de tratamento são utilizados para melhorar a qualidade dos derivados, eliminando contaminantes presentes no óleo cru e nas suas frações derivadas através de modificações químicas. A quantidade de impurezas aumenta nas frações mais pesadas do petróleo, dificultando sua remoção. Sendo assim, nas frações mais leves são usados processos de tratamento convencionais que são mais simples e menos severos, como tratamento com aminas e tratamento cáustico. Nas frações mais pesadas, são necessários processos com condições mais severas de temperatura e pressão, como hidrotreamento e hidrocrackeamento (BRASIL *et al.*, 2011; GOMES, 2007).

3.5.1 Unidade de Destilação

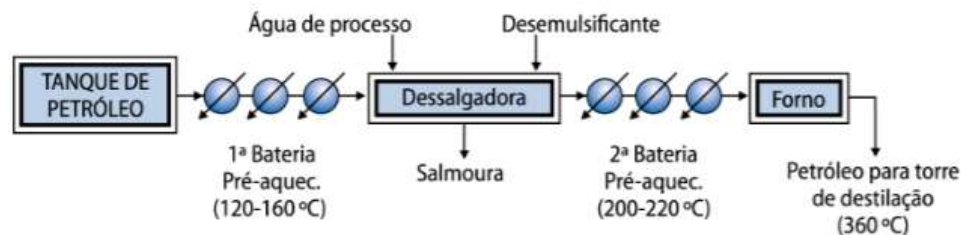
A composição da carga do petróleo pode variar significativamente dependendo dos poços, bacias sedimentares e campos de produção que são extraídos, podendo ser mais leves ou mais pesados e variando também a concentração de contaminantes. Isso torna as refinarias de petróleo sistemas complexos com múltiplas operações. Uma das operações mais importantes da refinaria é a destilação inicial do petróleo, com a consequente separação das frações de corte. A destilação envolve aquecimento, vaporização, fracionamento, condensação e resfriamento (SZKLO; ULLER, 2008).

O óleo cru possui variadas quantidades de compostos inorgânicos, como sais solúveis, areia e sedimentos. O sal encontra-se dissolvido ou na forma de sólidos suspensos na água em emulsão do petróleo com óleo cru. Essas impurezas podem causar incrustações e corrosão em equipamentos da refinaria, como os trocadores de calor. Assim, o óleo deve passar por um processo de tratamento para remoção de sais corrosivos e água antes de ser destilado na refinaria. Para isso, o óleo cru passa por um processo de dessalgação que pode ser química ou elétrica (GAUTO, 2016; SZKLO; ULLER, 2008).

Na dessalgação química, aquece-se o petróleo e se adiciona água para diluição de sais, além de um produto químico coagulante da água denominado desemulsificante. Na dessalgação elétrica também se acrescenta água para diluição de sais, mas se utiliza um campo elétrico para favorecer a coagulação e a sedimentação da fase aquosa (GAUTO, 2016; SZKLO; ULLER, 2008).

Após a dessalgação, o petróleo é aquecido por uma bateria de trocadores de calor e segue para o forno para atingir a temperatura de entrada da torre de destilação. A Figura 23 apresenta o caminho do petróleo até o ingresso na torre de destilação (GAUTO, 2016).

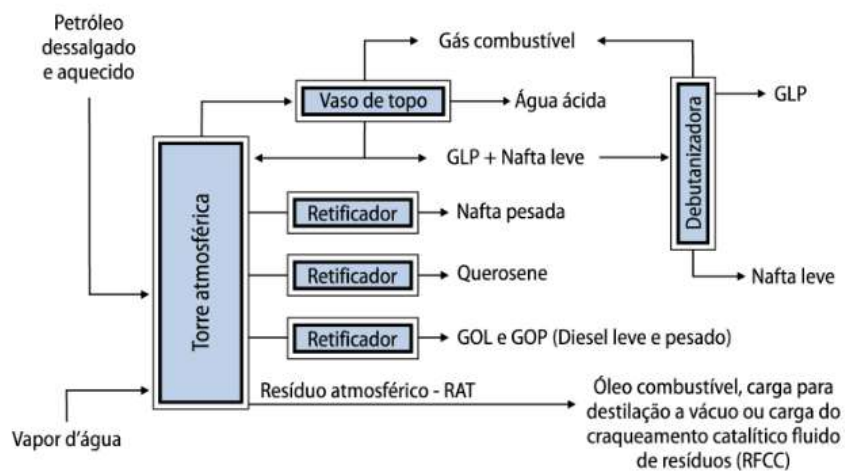
Figura 23 – Etapas de preparação do petróleo antes da destilação.



Fonte: GAUTO (2016).

Na torre de destilação atmosférica, separam-se frações de hidrocarbonetos até 360°C, conforme apresentado pela Figura 24. As frações separadas na destilação atmosférica são: gás combustível, GLP, naftas, querosene, gasóleo leve (GOL) e pesado (GOP) que irão compor o diesel após tratamento, resíduo da destilação atmosférica (RAT) (GAUTO, 2016; SZKLO; ULLER, 2008).

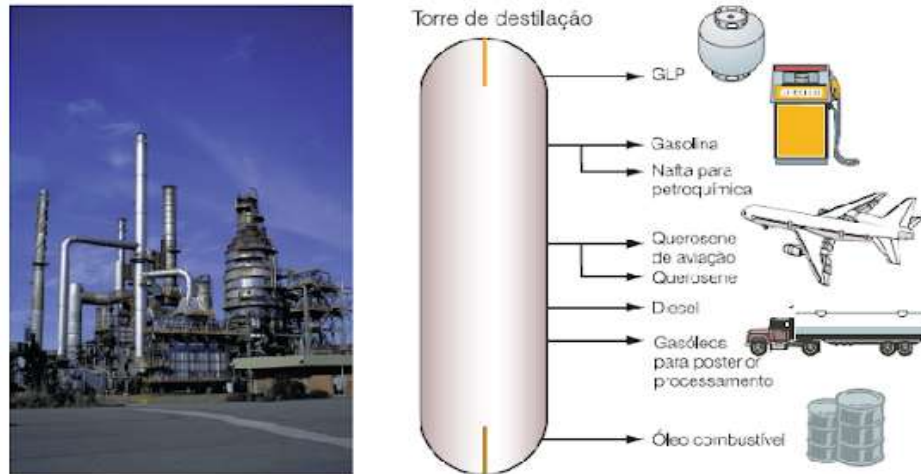
Figura 24 – Diagrama de blocos da destilação atmosférica.



Fonte: GAUTO (2016).

A Figura 25 apresenta torres de fracionamento na unidade de destilação de petróleo de uma refinaria e um esquema da destilação com as possibilidades de produtos que podem ser obtidos a partir do tratamento dos cortes das frações da torre.

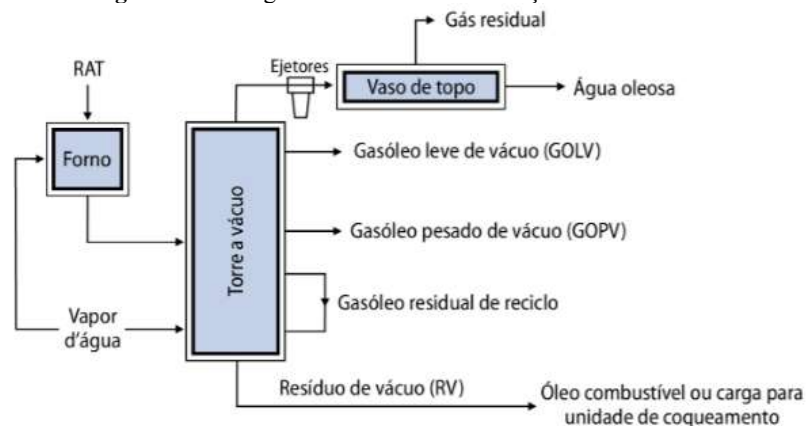
Figura 25 – Torres de fracionamento de uma refinaria e esquema da destilação do petróleo em uma torre com os diferentes produtos obtidos.



Fonte: MARIA *et al.* (2002).

O RAT segue para a destilação a vácuo (Figura 26) ou para o craqueamento catalítico fluidizado, *Residue Fluid Catalytic Cracking* (RFCC). A destilação a vácuo trabalha com pressão reduzida, baixando a temperatura de ebulição e evitando decomposição de partes dos componentes do petróleo (GAUTO, 2016; GOMES, 2007).

Figura 26 – Diagrama de blocos da destilação a vácuo.

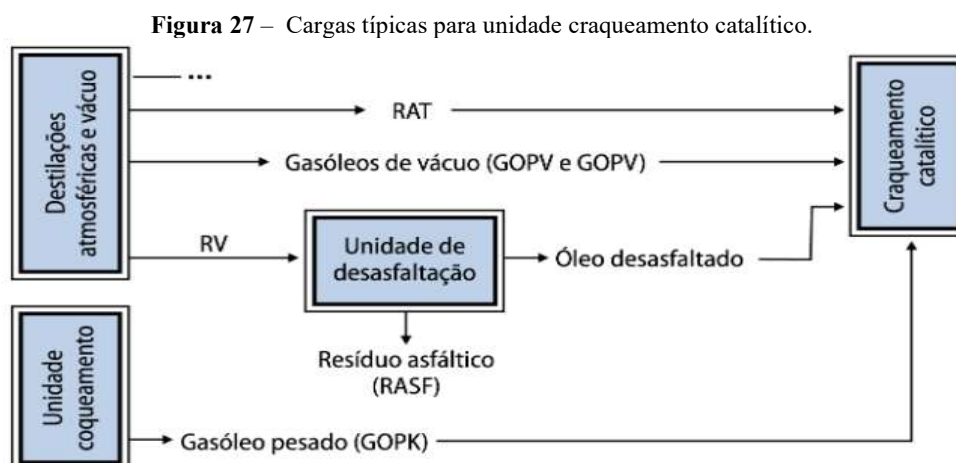


Fonte: GAUTO (2016).

3.5.2 Processos Fundo de Barril

O resíduo de vácuo (RV) pode seguir para unidade de desasfaltação a propano, que é um processo de extração por solventes. Desse modo, gerando um óleo desasfaltado que pode ser enviado para o craqueamento catalítico. O craqueamento catalítico transforma as frações mais pesadas em outras mais leves através da quebra de moléculas, utilizando catalisadores de elevada atividade e seletividade (BRASIL *et al.*, 2011; GAUTO, 2016; GOMES, 2007).

O craqueamento catalítico também pode receber gasóleo pesado proveniente do coqueamento retardado, conforme mostrado na Figura 27 (GAUTO, 2016; GOMES, 2007; SZKLO; ULLER, 2008).



Fonte: GAUTO (2016).

O coqueamento retardado é um processo térmico não catalítico de craqueamento que tem objetivo de converter termicamente resíduos de petróleo em correntes líquidas de maior valor agregado. O craqueamento catalítico e coqueamento retardado são exemplos de processos chamados fundo de barril porque convertem frações pesadas em frações mais leves de maior valor agregado. Também é necessário que os derivados nesses processos passem por uma etapa de tratamento para remover contaminantes, como enxofre, nitrogênio, oxigênio e metais (GAUTO, 2016; MARIA *et al.*, 2002; SZKLO; ULLER, 2008).

3.5.3 Derivados do Petróleo

A Tabela 4 apresenta frações típicas que são obtidas a partir do refino do petróleo, composição e usos como derivados. A Figura 28 também apresenta as frações básicas e

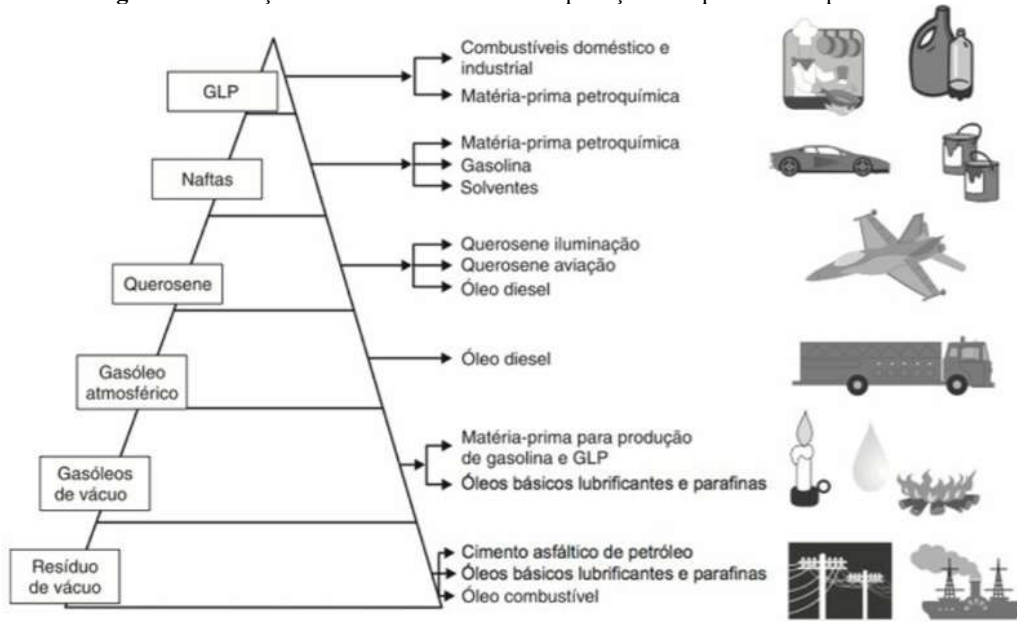
suas aplicações em produtos derivados do petróleo. A diferença entre a “fração de petróleo” e o “derivado do petróleo” se refere ao atendimento das especificações legais no caso do derivado. A fração de petróleo pode não apresentar todas as características físico-químicas necessárias previstas nas regulamentações vigentes. Já um derivado deve apresentar todas as especificações da regulamentação, por isso passando por processos de tratamento adicionais para remoção de contaminantes, por exemplo (BRASIL *et al.*, 2011; THOMAS, 2004).

Tabela 4 – Frações Típicas do Petróleo.

Fração	T (°C)	Composição aproximada	Usos
Gás residual	-	C ₁ – C ₂	Gás combustível, matéria-prima para petroquímica (fonte de eteno)
GLP	Até 20	C ₃ – C ₄	Combustível doméstico e industrial; matéria-prima para petroquímica; obtenção de gasolina de aviação; veículo propelente para aerossóis
Nafta	20-220	C ₅ – C ₁₀	Gasolina automotiva e de aviação; matéria-prima para petroquímica; solventes industriais
Querosene	159-300	C ₁₁ – C ₁₂	Querosene de aviação(QAV); querosene de iluminação (QI); parafinas para produção de detergentes
Gasóleo Leve	200-300	C ₁₃ – C ₁₇	Combustível para motores a diesel (óleo diesel); combustível doméstico e industrial; matéria-prima para petroquímica (gasóleo petroquímico)
Gasóleo Pesado (vácuo)	300-400	C ₁₈ – C ₂₅	Carga para craqueamento (gasolina e GLP); produção de lubrificantes (subproduto parafinas), matéria-prima para petroquímica.
Lubrificantes	400-510	C ₂₆ – C ₃₈	Óleos lubrificantes
Resíduo	Acima de 510	C ₃₈₊	Óleo combustível, asfalto (pavimentação e isolamento); piche; impermeabilizantes; coque de petróleo

Fonte: THOMAS (2004).

Figura 28 – Frações básicas de refino e suas aplicações em produtos de petróleo.



Fonte: FARAH (2013).

4 METODOLOGIA

No presente trabalho consta uma revisão bibliográfica a partir de uma pesquisa descritiva qualitativa em diferentes bases de conhecimento do ensino de química para se avaliar referenciais teórico-metodológicos do emprego da temática de petróleo nas aulas de química. Nesse contexto, foram utilizadas três bases de conhecimento: Revista Química Nova na Escola (QNEsc), anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e anais do Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI).

As palavras chaves utilizadas na busca de artigos e publicações foram “petróleo”, “combustíveis” e “gasolina”. O uso específico dos termos “combustíveis” e “gasolina” se justifica uma vez que os derivados do petróleo estão muito presentes no cotidiano discente, por isso mais abordados na prática docente. No caso do ENEQ e SIMPEQUI, foi realizado um recorte temporal de 2002 até os dias atuais em congruência com a disponibilidade de anais digitais desses eventos. Adicionalmente, foi verificado se a publicação se baseava em alguma teoria de aprendizagem ou referencial pedagógico que justificasse a ação pedagógica proposta.

Nessa conjuntura, foi verificado se a publicação se baseava em referenciais pedagógicos que justificasse a ação pedagógica proposta de forma a buscar os referenciais teórico-metodológicos comumente utilizados na temática de petróleo. Também foram analisados os conteúdos de química abordados e sua associação com o tema de petróleo e seus derivados de forma a embasar a proposta de sequência didática deste trabalho.

Por fim, elaborou-se uma sequência didática com o tema gerador petróleo fundamentada na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, Teoria Histórico-Crítica de Vigotski e pedagogia freireana. Para isso, empregou-se recursos e estratégias alinhadas com esses referenciais de forma a propiciar uma aprendizagem significativa de química e uma educação problematizadora e crítica em ciências.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise das publicações

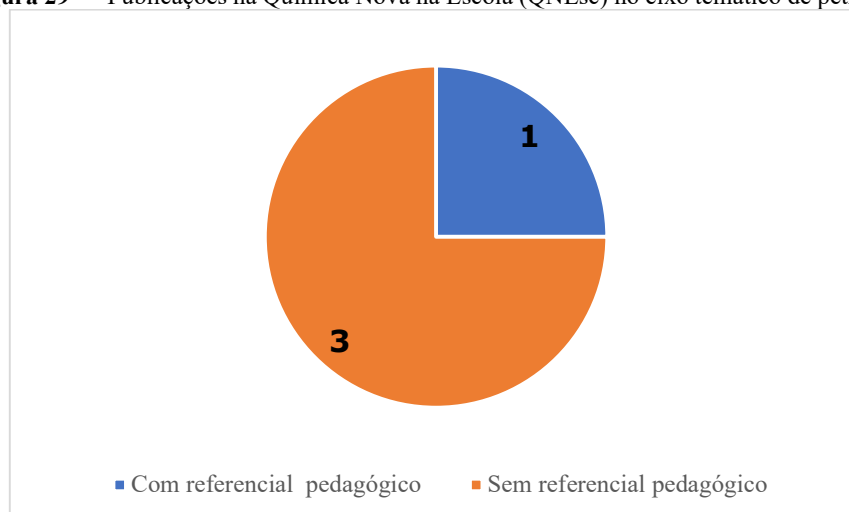
A Tabela 5 e a Figura 29 mostram os resultados de artigos encontrados na pesquisa realizada na Revista Química Nova na Escola, indicando uma escassez de publicações envolvendo o tema do petróleo.

Tabela 5 - Publicações na Química Nova na Escola (QNEsc) no eixo temático de petróleo.

Artigo	Autores	Ano	Teoria de Aprendizagem ou Referencial pedagógico
Petróleo: um tema para o ensino de química	Luiz Claudio de Santa Maria, Marcia C. Veiga Amorim, Mônica R. Marques Palermo de Aguiar, Zilma A. Mendonça Santos, Paula Salgado C.B. Gomes de Castro e Renata G. Balthazar	2002	-
Explorando a química na determinação do teor de álcool na gasolina	Melissa Dazzani, Paulo R.M. Correia, Pedro V. Oliveira e Maria Eunice R. Marcondes	2003	-
Combustíveis: Uma abordagem problematizadora para o ensino de Química	Neide M. M. Kiouranis e Marcelo Pimentel da Silveira	2017	Freire
A Química do Petróleo: a utilização de vídeos para o ensino de Química no Nível Médio	Allana Batista, Fernanda L. Faria e Patrícia B. Brondani	2020	-

Fonte: Própria Autoria (2024).

Figura 29 – Publicações na Química Nova na Escola (QNEsc) no eixo temático de petróleo.



Fonte: Própria Autoria (2024).

Na pesquisa da Revista Química Nova na Escola, apenas um artigo mencionou um referencial pedagógico para justificar e fundamentar a ação educativa proposta. Nesse sentido, o artigo “Combustíveis: Uma abordagem problematizadora para o ensino de Química” se baseou em Freire como base da prática pedagógica. Nessa conjuntura, os

combustíveis foram utilizados como tema gerador relacionado à experiência de vida do aluno para uma educação crítica (KIOURANIS, 2017).

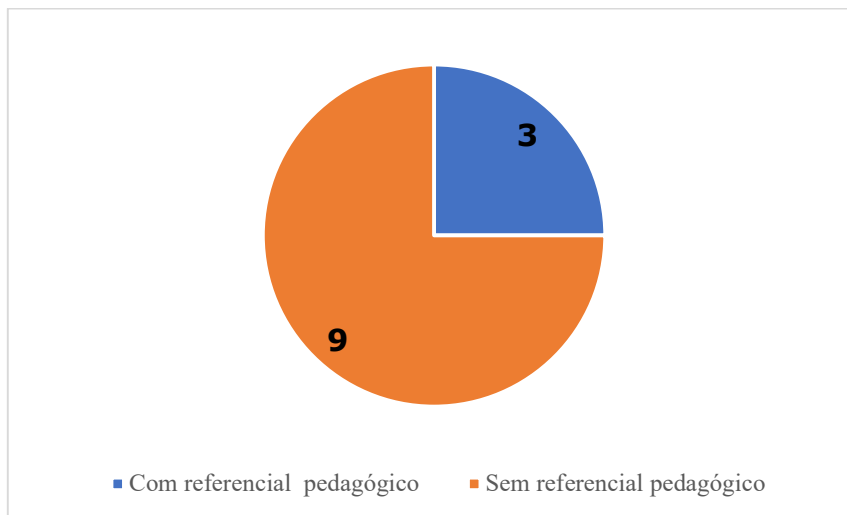
A Tabela 6 e Figura 30 apresentam as publicações na temática de petróleo para o ensino de química do ENEQ. Neste evento foram encontradas mais publicações na temática de petróleo para o ensino de Química.

Tabela 6 - Publicações no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) no eixo temático de petróleo.

Artigo	Autores	Ano	Teoria de Aprendizagem ou Referencial pedagógico
Petróleo: tema para o ensino de química utilizando aulas do TC2000	Cecilia D. Silva, Gerson S. Mól	2004	-
Petróleo Como Tema Motivador Para O Ensino de Química	Márcia Narcizo Borges, Paulo César O. Carvalho	2008	-
Proposição de Uma Estratégia de Contextualização na Aula de Química: O Petróleo do Pré-sal como Temática.	Renato G. Santos, Karla A.P. Field's, Anna M.C. Benite	2010	-
O petróleo como tema sócio-científico no ensino de química com enfoque CTS	Thais de Cássia Oliveira, Pedro Miranda Junior	2014	Ênfase Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)
Utilização de recursos didáticos para construir aulas motivadoras a partir do tema Vazamentos de Petróleo associado ao conteúdo químico Misturas	Rafaella Santos Coutinho, Maria Clara Pinto Cruz, Lenalda Dias dos Santos	2014	-
Petróleo e Seus Derivados: Uma Articulação Com Quatro Estratégias Para Ensino Contextualizado Do Tema Hidrocarbonetos	Danilo de Jesus, Neurivaldo José de Guzzi Filho, Reinaldo da Silva Gramacho	2014	-
Júri simulado: Uma atividade lúdica para promover a contextualização em sala de aula.	Isabel do Nascimento Silva, Ranayanne Suylane Pereira Campos, Kleyton de Oliveira Lima	2014	-
Petróleo– Uma Unidade de Aprendizagem desenvolvida no Subprojeto do PIBID/Química Edital 2009 da UEL	Camila Lopes Bazo, Willian Ridequi Messias Kodama, Fabiele Cristiane Dias Broietti	2014	-
O petróleo e hidrocarbonetos no cotidiano: uma alternativa de materiais didáticos utilizados nas aulas de química do ensino médio.	Carla Barbosa Jardim, Patrícia das Dores Silva, Maria das Dores Pereira dos Santos, Aline Nogueira Silva Santiago	2016	-
A Pergunta do Aluno como subsídio para elaboração de uma Sequência Didática sobre o tema Petróleo	Thais A. L. Oliveira, Fernanda C. S. Silva, Fernanda I. Matos, Murillo S. Silva, Marcelo P. da Silveira	2016	Freire e Faundez Método Jigsaw de Aprendizagem Cooperativa
Desenvolvendo habilidades argumentativas com alunos da 3ª série do Ensino Médio a partir da Experimentação Investigativa.	Priscila Brasil Augusto de Souza; Sidilene Aquino de Farias; Rosane dos Santos Bindá	2018	-
Estratégias de leitura aplicadas à textos de divulgação científica para abordar o vazamento de petróleo nas praias do nordeste	Débora Cristina Araújo Miguel, Verenna Barbosa Gomes, Roberto Ribeiro da Silva	2020	Ênfase Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)

Fonte: Própria Autoria (2024).

Figura 30 – Publicações no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) no eixo temático de petróleo.



Fonte: Própria Autoria (2024).

Entretanto, poucas publicações do ENEQ fundamentaram a prática educativa em referenciais teórico-metodológicos, assim como ocorreu na pesquisa da Revista Química Nova na Escola. Entre esses referenciais encontrados foram ênfase Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), Freire e Faundez e método Jigsaw de Aprendizagem Cooperativa.

O referencial de Freire e Faundez da publicação do ENEQ “A Pergunta do Aluno como subsídio para elaboração de uma Sequência Didática sobre o tema Petróleo” se baseia nos conceitos estudados na escola partindo da realidade do aluno para proporcionar compreensão do mundo. Com isso, alinha-se às características gerais da pedagogia freireana de educar para conhecer e intervir no mundo (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Já o Método Jigsaw de Aprendizagem Cooperativa da mesma publicação constrói o conhecimento por atividades realizadas em grupos que trabalham juntos e trocam informações. Dessa maneira, busca uma maior autonomia e protagonismo do educando no processo educacional, sendo assim uma metodologia ativa (OLIVEIRA *et al.*, 2016; MORAN, 2018).

As publicações “O petróleo como tema sócio-científico no ensino de química com enfoque CTS” e “Estratégias de leitura aplicadas a textos de divulgação científica para abordar o vazamento de petróleo nas praias do nordeste” se relacionam à Ênfase Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Como o petróleo apresenta grandes transversalidades com questões socioeconômicas e geopolíticas, norteia discussões importantes sobre ciência e tecnologia que impactam a sociedade, dialoga com as ideias do movimento CTS (OLIVEIRA; MIRANDA JÚNIOR, 2014; MIGUEL *et al.*, 2020).

Adicionalmente, muitas publicações justificaram que o emprego da temática do petróleo promoveria uma aprendizagem mais significativa por estar presente no cotidiano do aluno, mas sem vincular a teorias de aprendizagem. A temática de petróleo pressupõe uma forte contextualização com o cotidiano, por isso o seu emprego nas aulas pode estimular a predisposição do aluno em aprender uma vez que ele possui saberes prévios do assunto. Dessa forma, atende-se condições necessárias para Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel que também fundamenta o emprego do tema de petróleo para ensino de química (BEBER; PINO, 2019).

A Tabela 7 e a Figura 31 apresentam as publicações na temática de petróleo para o ensino de química do Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI). Novamente poucas publicações do SIMPEQUI fundamentaram a prática educativa em referenciais teórico-metodológicos.

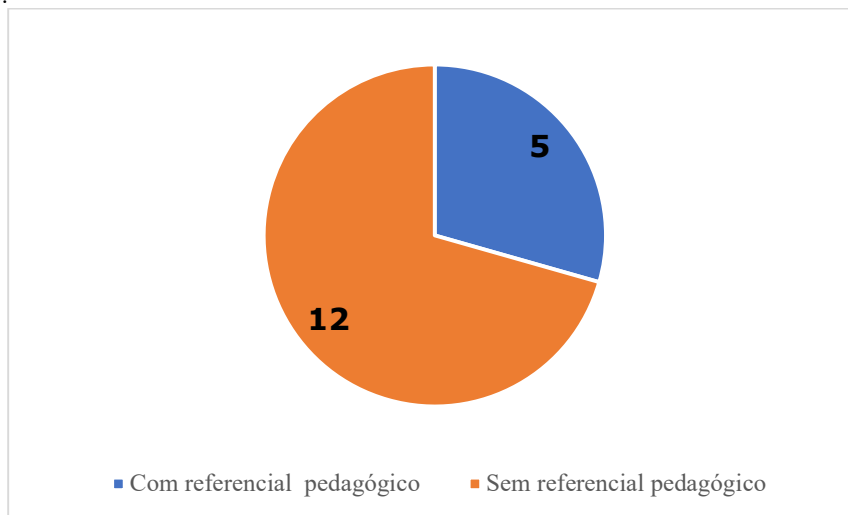
Tabela 7 - Publicações do Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI) no eixo temático de petróleo.

Artigo	Autores	Ano	Teoria de Aprendizagem ou Referencial pedagógico
Petróleo e interdisciplinaridade nas ciências da natureza e matemática	S. R. A. Nogueira; B. C. Machado; O. C. Alves; J. R. Soares; T. D. Santos; N. D. N. Chaves; M. M. Silva; E. S. Silva; L. J. F. Sá	2009	-
Os combustíveis e a educação em química	C.C. Silva; R.F. Silveira; K.A.P. Lacerda	2010	-
Utilização do fracionamento cromatográfico de petróleo como ferramenta para ensino de química-transposição de conhecimentos na área de petróleo, biocombustíveis e biomassa: interação universidade/escola	G. Oliveira Montenegro; M. Hall; M. Uarthe Grimmle; G. R. Betemp; M.R. Alves Rodrigues; M.I. Melecchi; E.Caramão; P.J. Sanches Filho	2013	-
Aula prática para a caracterização de contaminações petrogênicas de hidrocarbonetos no meio ambiente. Projeto de transposição de conhecimentos na área de petróleo, biocombustíveis e biomassa: Interação universidade/escola	G. Montenegro Oliveira; M. Uarthe Grimmle; G. R. Betemps; M.R. Alves Rodrigues; E. M.I. Melecch; Caramão; P. J. Sanches Filho	2013	-
Petróleo: descobertas, transformações e impactos	M. J. S. Souza; A. J. M. Filho; J.S. Silva	2013	-
Petróleo: uma abordagem dos hidrocarbonetos no ensino de química	Rosielen Santos Xavier, Célia Maria Serrão Eleutério, Orielma Teixeira Marinho, Ademilson Nunes da Silva, Patrícia Freitas Moraes, Moyses Melo da Silva, Rita Silva Vieira, Samara Lima Garcia	2015	-
O uso integrado de simulações computacionais – TIC's com experimentos demonstrativos: uma proposta de ensino de química a partir da temática combustíveis/poluição ambiental	André Taschetto Gomes, Isabel Krey Garcia	2015	Ênfase Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS)

Artigo	Autores	Ano	Teoria de Aprendizagem ou Referencial pedagógico
Ensino da corrosão do setor de petróleo e gás por meio de resolução de problemas aplicado aos licenciandos em química	Kelly Santana Lima, Erivanilde Lopes Silva, Victor Hugo Vitorino Sarmento, Maria Clara Pinto Cruz	2015	Ensino por meio de resolução de problemas (RP)
Concepções da temática dos combustíveis fósseis e alternativos através da aplicação de estratégias didáticas com enfoque CTS	Wilka Vale, Sandra Souza	2015	Ênfase Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)
A Gasolina Como Estratégia Facilitadora no Ensino de Hidrocarbonetos	Michele dos Santos Souza, Domingos Neto Santos Souza, Darlinda Dias Monteiro	2016	Ensino Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA)
Explorando os conceitos químicos no ensino médio a partir da gasolina brasileira	Darling Katiuscia de Goes Borges, Katiuscia dos Santos de Souza, Silvia Costa de Oliveira	2017	-
O teor de álcool na gasolina por métodos teóricos e experimentais abordado com alunos do ensino médio	Vicente Silva Lima, Lindsey Bianca Araújo Fialho, Geraldo Narciso Rocha Filho, J.R.C Machado	2018	-
Experimentação com tema motivador calorimetria de combustíveis para alunos do ensino	Lohrene de Lima da Silva, Pedro Luiz Aranzate Dias, Júlia Maria Lima Pinheiro, Erica Xavier de Oliveira, Adriana dos Santos Lages	2018	-
O uso de seminários educativos sobre biocombustíveis para a construção de uma consciência ecológica nos alunos do 1º ano do ensino médio da escola de ensino fundamental e médio centro dos retalhistas do município de Fortaleza-CE	Airton Marques da Silva, Suely de Oliveira Apolonio	2018	-
O uso de TIC na contextualização do tema combustíveis no Ensino de Química	Cinthia Diniz de Almeida, Jussara Lopes de Miranda	2018	Freire Vigotski
A acidez e a alcalinidade na água associada ao petróleo	Thiago Trajano Farias, Victor Oliveira, Danielly Vieira Lucena, Antonio José Ferreira Gadelha, Clarice Oliveira Rocha	2019	-
Aula experimental sobre o teor de álcool na gasolina com alunos concluintes no curso de petróleo e gás	Maria Aparecida Matias Macedo, Syane Marcelle Mendes Miranda, Sara Rainara Almeida Andrade, Danielly Vieira Lucena, Clarice Oliveira Rocha	2019	-

Fonte: Própria Autoria (2024).

Figura 31 – Publicações do Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI) no eixo temático de petróleo.



Fonte: Própria Autoria (2024).

Entre esses referenciais teóricos encontrados no SIMPEQUI para o emprego do petróleo no ensino de química estão a Teoria de Aprendizagem Significativa, ênfase Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), Ensino por meio de resolução de problemas (RP), Freire, Vigotski e de Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) (ALMEIDA; MIRANDA, 2018; GOMES; GARCIA, 2005; LIMA *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2016).

Nessa conjuntura, a pesquisa no SIMPEQUI reforça a fundamentação teórico baseada na pedagógica freireana e CTS já encontradas na Revista Química Nova na Escola e no ENEQ, respectivamente. Além disso, contribuí com os referenciais da Teoria de Aprendizagem Significativa, ênfase CTSA, ensino por meio de resolução de problemas (RP) e Vigotski para fundamentar o emprego do petróleo nas aulas de química.

A publicação “O uso integrado de simulações computacionais – TIC’s com experimentos demonstrativos: uma proposta de ensino de química a partir da temática combustíveis/poluição ambiental” se baseia na Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel. O trabalho utiliza experimentos com simulações computacionais na temática de combustíveis para engajar os alunos na aprendizagem (GOMES; GARCIA, 2015).

Como o petróleo é um assunto vinculado à realidade do aluno, há conhecimentos prévios na sua estrutura cognitiva para aprendizagem significativa. Com isso, é necessário que o professor escolha um recorte de conteúdo do tema adequado que motive o educando a aprender, além de elaborar materiais com potencial de promover a aprendizagem dos

conceitos. Uma das estratégias que podem ser usadas para a aprendizagem significativa são os mapas conceituais.

O segmento de petróleo envolve conhecimentos químicos que se entrelaçam com questões ambientais, geopolíticas e socioeconômicas. Nesse sentido, atividades de elaboração de mapas conceituais sobre petróleo têm grande potencial para uma aprendizagem significativa nas aulas de química, sendo pouco explorada na literatura do ensino de química (DIAS; TERRA, 2021).

Nas publicações da QNesc, do ENEQ e do SIMPEQUI analisadas, não foi identificado o uso de mapas conceituais nas propostas que se baseiam na Teoria de Aprendizagem Significativa para organização mental dos conceitos. Entretanto, é possível encontrar o uso desse instrumento para aprendizagem significativa de conceitos químicos relacionados ao petróleo.

No artigo “O uso de mapas conceituais como instrumento de ensino e avaliação da aprendizagem significativa dos conceitos relacionados à química de petróleo” da Revista RBECM, o mapeamento conceitual foi utilizado no curso técnico de química do Instituto Federal Fluminense, promovendo evolução conceitual dos estudantes (DIAS; TERRA, 2021).

O ensino CTSA é utilizado para justificar o petróleo como tema contextualizador na publicação “A Gasolina Como Estratégia Facilitadora no Ensino de Hidrocarbonetos” que aborda questões relacionadas à adulteração da gasolina (SOUZA *et al.*, 2016).

O Ensino por meio de resolução de problemas (RP) é utilizado na publicação do SIMPEQUI “Ensino da corrosão do setor de petróleo e gás por meio de resolução de problemas aplicado aos licenciandos em química”. A resolução por meio de resolução de problemas (RP) estimula os estudantes a resolver desafios de maneira colaborativa e expor possíveis soluções sob a orientação dos professores (LIMA *et. al.*, 2015).

Nesse sentido, a perspectiva RP aproxima o estudante de uma metodologia científica e investigativa, desenvolvendo a habilidade de investigar, refletir, criar e testar (FREIRE *et. al.*, 2011). A aprendizagem baseada em problemas é uma metodologia ativa, ou seja, o aluno está no centro do processo de ensino e aprendizagem (MORAN, 2018).

O referencial teórico de Vigotski é utilizado para justificar o uso de tecnologias digitais como recursos didáticos na publicação do SIMPEQUI “O uso de TIC na contextualização do tema combustíveis no Ensino de Química”. Esse referencial se refere à Teoria Histórico-Cultural (THC) que ressalta a dimensão histórica, a interação social e

a ferramenta cultural no processo de cognição (ALMEIDA; MIRANDA, 2018; BOCK *et al.*, 2001).

No contexto da publicação do SIMPEQUI, as tecnologias digitais podem ser associadas a atividades participativas no ambiente escolar mediadas pelo professor. Com isso, baseia-se na mediação da THC de Vigotski para promover a aprendizagem cooperativa, além de conferir protagonismo ao aluno no processo de ensino e aprendizagem (ALMEIDA; MIRANDA, 2018).

Por sua vez, na análise dos conceitos de química trabalhados dentro da temática de petróleo, as publicações da Revista Química Nova (Tabela 3) abordam a composição de petróleo para aulas de química orgânica e experimentos. Além disso, é comum o uso de exemplos de combustíveis como derivados de petróleo e conceitos de solubilidade pelo experimento de teor de álcool na gasolina comum (BATISTA *et al.*, 2020; DAZZANI *et al.*, 2003; KIOURANIS, 2017; MARIA *et al.*, 2002).

Já as publicações do ENEQ na temática de petróleo (Tabela 6), envolverem uma maior variedade conteúdos entre eles: métodos de separação de misturas, conceitos de química orgânica como fórmulas estruturais de hidrocarbonetos e interações intermoleculares (BORGES *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2004). Além disso, foram trabalhadas as reações de combustão e a problemática de poluição atmosférica de chuva ácida de combustíveis. Por fim, as questões socioeconômicas também foram discutidas na publicações como a greve dos caminhoneiros de 2018 e questões ambientais da E&P de petróleo como vazamento de petróleo em praias brasileiras em 2019 (JARDIM *et al.*, 2016; MIGUEL *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2010).

Nesse cenário, a questão ambiental pode ser trabalhada com o emprego do tema de petróleo abordando a poluição atmosférica causada pela queima de combustíveis fósseis e seus impactos ambientais, como chuva ácida e aquecimento global de forma a problematizar o conteúdo (SANTOS *et al.*, 2010). O aquecimento global é uma consequência da intensificação do efeito estufa devido a atividades antropogênicas de queima de combustíveis fósseis. Já o efeito estufa é um fenômeno natural que é responsável por manter a temperatura média da superfície terrestre em aproximadamente 15°C, o que torna possível a vida na Terra (BAIRD, 2021).

A publicação “Estratégias de leitura aplicadas a textos de divulgação científica para abordar o vazamento de petróleo nas praias do nordeste” do ENEQ se relaciona com os impactos ambientais das atividades de exploração e produção uma vez que os vazamentos de hidrocarbonetos são sempre indesejáveis e trazem como consequências

danos à saúde, à segurança e ao meio ambiente. Nessa conjuntura, os vazamentos podem ocorrer devido ao rompimento de dutos, tanques, cascos de embarcações e outros dispositivos que compõem infraestrutura devido a acidentes, fadiga, corrosão e problemas em conexões (GAUTO, 2016; MIGUEL *et al.*, 2020).

No SIMPEQUI (Tabela 7), foram encontradas mais publicações na temática de petróleo para o ensino de Química do que nas bases de pesquisa anteriores. Nessas publicações, o petróleo foi tema gerador ou contextualizador de questões econômicas e ambientais da sociedade, associando-se a conteúdos de funções orgânica, ligações químicas, polaridade e solubilidade e separação de fases (LIMA *et al.*, 2018; MACEDO *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2015; SANTOS *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2018; SILVEIRA; LACERDA, 2010; SOUZA *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

NO SIMPEQUI, os biocombustíveis foram abordados nas publicações “O uso de seminários educativos sobre biocombustíveis para a construção de uma consciência ecológica nos alunos do 1º ano do ensino médio da escola de ensino fundamental e médio centro dos retalhistas do município de Fortaleza-CE” e “O uso de TIC na contextualização do tema combustíveis no Ensino de Química” (ALMEIDA; MIRANDA, 2018; SILVA; APOLONIO, 2018).

Também se destaca a publicação “a acidez e a alcalinidade na água associada ao petróleo” que elucida a questão da acidez da água produzida (AP). A AP é a água retida nas formações subterrâneas, trazida à superfície juntamente com petróleo, durante as atividades de produção (FARIAS *et al.*, 2019).

Com isso, verificou-se que de forma geral as propostas pedagógicas encontradas na revisão da literatura de ensino de química apresentam predominantemente um enfoque nos derivados de petróleos, como combustíveis automotivos. Dessa maneira, contextualizando-se com o ensino de grupos funcionais em química orgânica ou de ligações químicas, polaridade e solubilidade através de experimentos como o teor de álcool na gasolina.

A Tabela 8 apresenta o resumo das publicações encontradas na Revista Química Nova, ENEQ e SIMPEQUI que apresentam os referenciais teóricos e pedagógicos explícitos e os conteúdos de química e petróleo trabalhados.

Tabela 8 – Resumo das publicações encontradas com referenciais teóricos e pedagógicos e conteúdo de química e petróleo abordados.

Publicação	Evento/Revista	Ano	Referencial pedagógico	Conteúdos abordados
O petróleo como tema sócio-científico no ensino de química com enfoque CTS	ENEQ	2014	Ênfase CTS	Produção e usos sociais dos combustíveis fósseis
O uso integrado de simulações computacionais – TIC's com experimentos demonstrativos: uma proposta de ensino de química a partir da temática combustíveis/poluição ambiental	SIMPEQUI	2015	Perspectiva CTS TAS	Combustíveis, reações de combustão, poder calorífico e fatores de poluição
Ensino da corrosão do setor de petróleo e gás por meio de resolução de problemas aplicado aos licenciandos em química	SIMPEQUI	2015	Freire Ensino por meio de resolução de problemas (RP)	Eletroquímica e corrosão em tubulações de petróleo
Concepções da temática dos combustíveis fósseis e alternativos através da aplicação de estratégias didáticas com enfoque CTS.	SIMPEQUI	2015	Abordagem CTS	Termoquímica, entalpias de reações, combustíveis fósseis e alternativos, chuva ácida, efeito estufa
A Gasolina Como Estratégia Facilitadora no Ensino de Hidrocarbonetos	SIMPEQUI	2016	Ensino CTSA	Experimentos de determinação do teor alcoólico da gasolina com amostras de postos de combustíveis da cidade
A Pergunta do Aluno como subsídio para elaboração de uma Sequência Didática sobre o tema Petróleo	ENEQ	2016	Freire e Faundez Método Jigsaw de Aprendizagem Cooperativa	Composição química do petróleo, extração e refino, pré-sal, crise na Petrobras e greve dos caminhoneiros de 2015
Combustíveis: Uma abordagem problematizadora para o ensino de Química	QUÍMICA NOVA NA ESCOLA	2017	Freire	Composição e estrutura das moléculas da composição dos combustíveis, capacidade calorífica, calor de combustão e efeito estufa
O uso de TIC na contextualização do tema combustíveis no Ensino de Química	SIMPEQUI	2018	Vigotski	Combustíveis, em especial, biodiesel para ser contextualizado e utilizado no desenvolvimento de um aplicativo elaborado por alunos do ensino médio profissionalizante para <i>smartphones</i> ou computadores
Estratégias de leitura aplicadas à textos de divulgação científica para abordar o vazamento de petróleo nas praias do nordeste	ENEQ	2020	Ênfase CTS	Vazamento de petróleo em praias brasileiras ocorrido em 2019 para diálogo sobre questões políticas, socioeconômicas e ambientais, além do aumento do nível de compreensão do conhecimento das ciências envolvidos nos fatos

Fonte: Própria Autoria (2024).

Assim, a maior parte dos conteúdos de química mapeados estão relacionados ao segmento de refino, a distribuição (*downstream*). Com isso, evidenciou-se que poucas publicações na literatura de ensino de química estavam relacionadas às atividades *upstream*, de exploração e produção do petróleo (E&P) (GOMES, 2007).

De uma forma geral, o tema do petróleo apresenta uma dificuldade de inserção nas pesquisas do ensino de química no Brasil. Entre os obstáculos para o emprego do tema em publicações está a sua complexidade, falta de investimento e baixa educação continuada de professores, segundo um levantamento realizado entre os alunos de

licenciatura em química da Universidade do Estado do Pará apresentado na Figura 32 (BUZA *et al.*, 2011). Entretanto, é necessário um maior aprofundamento sobre esses entraves devido à ausência de estudos mais representativos sobre o assunto.

Figura 32 – Dificuldades de inserção do tema de petróleo no ensino de química.



Fonte: BUZA *et al.* (2011).

Pela análise de publicações nas Revista Química Nova, ENEQ e SIMPEQUI, esses entraves para abordagem do petróleo no ensino de química parecem maiores para as atividades *upstream* de exploração e produção do petróleo do que as atividades *downstream* para o refino e distribuição. As atividades *upstream* estão mais associadas a temáticas de engenharia do que de química o que pode explicar essa menor abordagem.

Nesse cenário, é fundamental uma maior abordagem na formação inicial e continuada dos professores de química sobre a origem, extração e refino de petróleo para subsidiar práticas educativas na temática de petróleo. Em especial para as atividades de exploração e produção de petróleo que tem grande importância para o país com implicações socioeconômicas e ambientais para a sociedade.

5.2 Sequência Didática

5.2.1 Importância do planejamento docente

Segundo Freire (1996) “Ensinar exige reflexão crítica sobre a prática” uma vez que é a reflexão crítica do docente sobre seu modo de ensinar que leva a um aperfeiçoamento da prática pedagógica. Nesse contexto, o planejamento escolar é o momento em que o docente pode realizar essa avaliação, organizar suas ações dentro de um contexto escolar e social (LIBÂNEO, 2004).

O planejamento de atividades pedagógicas na educação básica deve estar alinhado ao Projeto Político Pedagógico (PPP) da instituição que apresenta os objetivos e a forma como a escola organiza sua gestão e práticas pedagógicas. Por sua vez, o PPP da escola deve estar alinhado às competências e habilidades indicadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (VENTURA; CARLOMAGNO, 2009). O docente também deve conhecer os pilares e princípios da educação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), Lei 9.394/96 (BRASIL, 1996).

Desse modo, o planejamento escolar sofre influências econômicas, políticas e sociais dos documentos oficiais e dos interesses da instituição de ensino, sendo além de um ato técnico-científico um ato político-social. Nesse sentido, o docente deve ter consciência dessa dinâmica e das implicações sociais que envolvem as ações pedagógicas do planejamento de forma a se questionar sobre o tipo de cidadão que se pretende formar (CASTRO *et al.*, 2008; LIBÂNEO, 2004).

De forma geral, o planejamento deve explicar os princípios, diretrizes e procedimentos no processo de ensino e aprendizagem para alcançar os objetivos do ensino considerando a realidade sociocultural dos alunos. Ou seja, os interrogantes que norteiam o planejamento do professor são o que ensinar, para que ensinar e como ensinar (LIBÂNEO, 2004). Nessa conjuntura, o planejamento é uma ferramenta eficiente, pois promove um conjunto de tomada de decisões por parte do professor a partir de prioridades, recursos, finalidades e meios de execução. (CASTRO *et al.*, 2008; WIGGINS; McTIGHE, 2019).

A elaboração do plano de aula se desenvolve em uma sequência de elementos como objetivos, conteúdo, metodologia e avaliação. Essa estruturação da aprendizagem evita improvisações, visando a garantia de resultados. Nessa perspectiva, é essencial que o plano de aula proporciona ao aluno entender a importância do que está sendo ensinado, além da relação desse conteúdo com a sociedade e o contexto histórico (CASTRO *et al.*, 2008; LIBÂNEO, 2004).

Além disso, no processo de racionalização do plano de aula, o docente realiza o recorte e a ordem sequencial do conteúdo programático para adequar a aprendizagem para os objetivos e público-alvo, além de selecionar e atualizar o material didático. (LIBÂNEO, 2004). Dessa maneira, o plano de aula é um passo a passo para orientar o trabalho docente que pode ser reorganizado durante o ano letivo, não sendo um limitador de ações (CASTRO *et al.*, 2008).

Outra possibilidade é o planejamento reverso que envolve o planejamento para compressão, diferindo do planejamento tradicional ao começar pelo “fim”. Essa abordagem apresenta três estágios, sendo o primeiro de identificar os resultados desejados e o segundo de determinar as evidências aceitáveis que se atingiu os resultados esperados. O terceiro estágio final que envolve o planejamento das experiências de aprendizagem e instrução quando o educador deve refletir sobre as atividades de ensino mais adequadas (WIGGINS; McTIGHE, 2019).

Assim, o plano de aula é o resultado de dimensões técnico-científicas e político-sociais mediado pela intencionalidade docente. Nesse sentido, norteia a prática pedagógica do educador que deve direcioná-la para formar sujeitos autônomos capazes de exercer a plena cidadania (CASTRO *et al.*, 2008).

Nesse contexto, propõe-se uma sequência didática de aulas com o emprego do petróleo como tema gerador e contextualizador, utilizando-se como principais referenciais teóricos a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel, a Teoria Histórico-Cultural (THC) de Vigotski e a pedagogia freireana.

O plano de aulas tem como base o currículo básico de Química do Estado do Rio de Janeiro de modo a abordar as relações do conteúdo com a ciência, tecnologia, política e economia. Essa abordagem em sala de aula deve utilizar estratégias para o engajamento dos alunos nas aulas. Sendo assim, o plano de aula elaborado está relacionado com o eixo temático de química orgânica de grupos funcionais do 3º bimestre da 3ª série do ensino médio.

5.2.2 Planejamento da Sequência Didática

- Título da aula: Química do Petróleo, Sociedade e Meio Ambiente
- Tempo de duração (5 horas ao total; 6 aulas de 50 minutos cada).
- Etapa de ensino: Ensino Médio.
- Ano ou série: 3º ano
- Objetivos de cada aula

O objetivo da primeira aula é realizar um diagnóstico dos alunos para averiguar os conhecimentos de conceitos básicos de química orgânica e de petróleo, como composição do petróleo, funções orgânicas e nomenclatura. Também se promoverá um engajamento no tema como uma geração de nuvens de palavras relacionadas ao petróleo.

A segunda aula deve introduzir o petróleo como tema gerador com vídeos como recurso didático. Desse modo, introduzir o conceito de hidrocarbonetos a partir da composição do petróleo e apresentar as funções orgânicas estabelecendo relações com as principais frações do petróleo.

Nesse sentido, estimula-se o desenvolvimento da competência 3 da Base Nacional Curricular Comum (BNCC) de Ciências da Natureza do Ensino de aplicações do conhecimento científico e suas implicações na sociedade, como é o caso do uso dos derivados de petróleo. Desse modo, desenvolver conhecimentos científicos nas aulas que permeiam o cotidiano dos educandos.

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018, p.558).

A terceira aula deve continuar apresentando conceitos básicos de Química Orgânica como cadeias carbônicas saturada e insaturada, normal e ramificada, homogênea e heterogênea de hidrocarbonetos e nomenclatura para os alunos da 3ª série do ensino médio.

A quarta aula pode revisar conceitos de termoquímica da 2ª série do ensino médio de modo a definir os combustíveis a partir da reação de combustão e a reação exotérmica como fonte de energia. Dessa maneira, relacionar a queima de combustíveis fósseis a problemas ambientais como aquecimento global, propiciando ao aluno a compreensão da diferença entre fonte não renovável e fonte renovável.

Nesse sentido, desenvolver nos alunos a competência 1 da BNCC de Ciências da Natureza do Ensino Médio relativa à análise dos processos tecnológicos para minimizar impactos socioambientais. Desse modo, garantir os conhecimentos científicos que permitam ao aluno analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (BRASIL, 2018, p.554).

A quinta aula tem como objetivo avaliar a compreensão dos estudantes sobre os conceitos trabalhados pelo mapeamento conceitual. Esse mapeamento também é um recurso didático para sistematizar e unificar os diferentes saberes apresentados nas aulas para promover a aprendizagem, além de estimular o desenvolvimento da competência 3 da BNCC de ciências da natureza do ensino médio (BEBER; PINO, 2019; BRASIL, 2018).

Por fim, a sexta aula tem como objetivo a realização de oficinas temáticas como atividade interdisciplinar entre Química, História e Geografia de modo a abordar as questões de geopolítica do petróleo. Dessa forma, promovendo o ensino das Ciências da Natureza com contextualização histórica em alinhamento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do ensino médio (BRASIL, 2018). A interdisciplinaridade é uma orientação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) e dos PCNs (BRASIL, 1996; BRASIL, 1997).

- Conteúdos a serem abordados

O conteúdo a ser abordado tem como base as habilidades e competências indicadas no Currículo Básico Estadual do Rio de Janeiro do 3º bimestre da 3ª série do ensino médio no eixo temático de Química Orgânica de Grupos Funcionais. Adicionalmente, o tema está relacionado com as habilidades e competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de Ciências da Natureza do ensino médio, especificamente competência específica 3 de aplicação dos conhecimentos científicos e suas implicações no mundo.

Na primeira aula, será realizada uma etapa diagnóstica com um questionário sobre conceitos básicos de petróleo como composição e seus derivados.

Na segunda aula, serão exibidos os vídeos “caminho do petróleo” e “Do poço ao Posto”, disponíveis no *Youtube*, de modo a introduzir de forma contextualizada as aplicações na sociedade. Também será realizada uma nuvem de palavras relacionada à temática para discutir os conhecimentos prévios dos alunos.

O conteúdo a ser discutido na terceira e quarta aula envolve conceitos básicos de Química Orgânica como cadeias carbônicas saturada e insaturada, normal e ramificada, homogênea e heterogênea e as regras de nomenclatura. Além de apresentar as principais funções orgânicas, relacionando com as frações de petróleo e suas aplicações, como os combustíveis automotivos.

Será revisado a reação de combustão definida na termoquímica na abordagem dos combustíveis para abordar a geração de energia e emissões de gás carbônico na atmosfera, discutindo o aquecimento global e a importância dos biocombustíveis como fontes de energia renováveis. Nesse sentido, será contextualizado o Tratado de Quioto e Acordo de Paris.

Na quinta aula, será trabalhado a elaboração de mapas conceituais e realizado uma atividade de mapeamento conceitual para organizar e sistematizar os conhecimentos de química orgânica, petróleo, questões socioeconômicas e os impactos sociais e ambientais. O mapeamento conceitual auxilia o aluno a perceber as relações entre conhecimentos diferentes, promovendo a aprendizagem significativa.

Na sexta aula, será trabalhado a temática de forma interdisciplinar entre o docente de Química, História e Geografia. Para isso, serão realizadas oficinas e os alunos serão divididos por grupo e tema para elaborar e apresentar cartazes informativos para os murais da escola. A interdisciplinaridade visa articular conteúdos, conforme indicado pelo PCNs (BRASIL, 1997).

- Estratégias de ensino ou procedimentos didáticos

De forma geral, a metodologia utilizada consiste em uma sequência didática de aulas presenciais com uso de diferentes estratégias para promover o engajamento do estudante e aprendizagem significativa, como uso de recurso audiovisual para introduzir de forma mais lúdica o tema, aulas expositivas sobre o conteúdo e mapeamento conceitual para sistematizar e promover a evolução conceitual dos educandos.

A primeira aula consiste na aplicação de um questionário inicial que pode ser interpretado como uma etapa de avaliação diagnóstica sobre os conhecimentos de química orgânica e de petróleo dos educandos. Esse questionário visa reconhecer os saberes prévios e as concepções alternativas comuns na temática de modo que o docente pode desenvolver estratégias de ensino para modificá-las. As concepções alternativas são conhecimentos prévios não científicos baseadas no senso comum, que se constituem em um obstáculo no processo de aprendizagem (ROSA; SCHNETZLER, 1998).

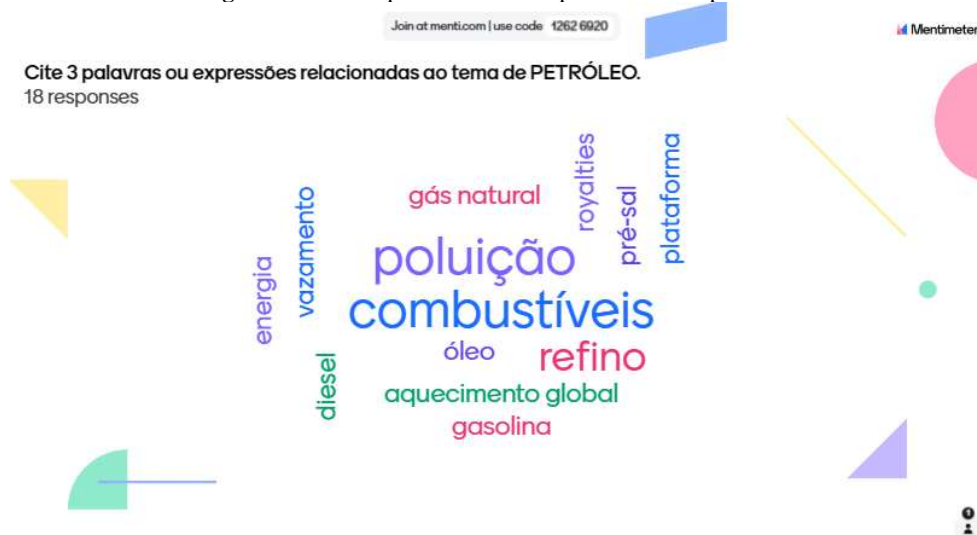
Na segunda aula, serão exibidos os vídeos “Caminho do petróleo” e “Do poço ao Posto” do *Youtube* de forma que a temática de petróleo interaja com conhecimentos prévios dos alunos. Os vídeos também serão disponibilizados para os alunos na plataforma *Google Classroom*, criada para a turma.

Após a exibição dos vídeos, será utilizado o recurso de nuvem de palavras do *Mentimeter* no link <https://www.menti.com>. Os estudantes devem responder até três palavras ou expressões que estão relacionados ao tema de petróleo no *Mentimeter* para formação da nuvem de palavras.

A geração da nuvem de palavras tem o objetivo de promover a participação e engajamento do aluno na atividade, estimulando a sua predisposição em aprender em congruência a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel. Será incentivado uma discussão das palavras e expressões de maior destaque com participação ativa do estudante para seu desenvolvimento cognitivo dentro da sua ZDP, conforme THC de Vigotski.

Espera-se que a nuvem de palavras gerada contemple assuntos como poluição atmosférica, aquecimento global, combustíveis, energia e gasolina, conforme exemplo da Figura 31. Assim, o docente deve ser o mediador da atividade, conduzindo a discussão e estimulando à reflexão dos alunos sobre a importância do petróleo para sociedade as questões socioeconômicas e ambientais relacionadas à indústria de petróleo.

Figura 33 – Exemplo de nuvem de palavras sobre petróleo.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Será sugerida como atividade extraclasse a leitura complementar da reportagem “O mundo sem petróleo” da Revista Superinteressante. O texto trata da importância do petróleo como fonte de energia para nossa sociedade e seus impactos ao meio ambiente, além dos desafios da transição para uso de fontes de energia mais limpas.

Além disso, os alunos deverão escrever uma resenha que será parte da avaliação sobre as implicações do uso do petróleo como fonte de energia para sociedade e seus impactos, propondo soluções. Dessa maneira, será sugerido aos alunos que pesquisem e reflitam sobre o tema. A resenha deve ser entregue na aula posterior ou virtualmente pela plataforma *Google Classroom* da turma.

Essa resenha visa estimular o processo de internalização do conhecimento, que nesse caso ocorrerá pela linguagem escrita, conforme THC de Vigotski. Os estudantes utilizarão a resenha para expressar aquilo que aprenderam, apropriando-se de conhecimentos externos de forma particular (BOCK *et al.*, 2001; PRÄSS, 2008).

A terceira e quarta aula serão expositivas e ministradas com uso do *Power Point* como recurso didático ou do quadro branco no caso de ausência de infraestrutura para projeção de *slides*. Dessa maneira, será apresentado formalmente conceitos de Química Orgânica de forma contextualizada com cotidiano discente através do petróleo como tema gerador. Os grupos funcionais da química orgânica serão apresentados estabelecendo-se relações com as principais frações de petróleo para contextualizar o tema no cotidiano do aluno.

Os combustíveis serão definidos a partir da reação de combustão já apresentada no 4º bimestre do 2º série do ensino médio. Será ressaltado que se trata de reação exotérmica e energia liberada pode ser transformada em trabalho nos veículos e turbinas utilizadas na indústria com ilustrações em uma apresentação em *Power Point*. A participação dos alunos será incentivada através de perguntas, como por exemplo:

Quais combustíveis são encontrados em “postos de gasolina” e em nas suas casas”,

“Qual é o álcool que abastece o tanque do carro?”

“Qual a composição da gasolina?”

“Qual a diferença do gás de cozinha e do gás veicular?”

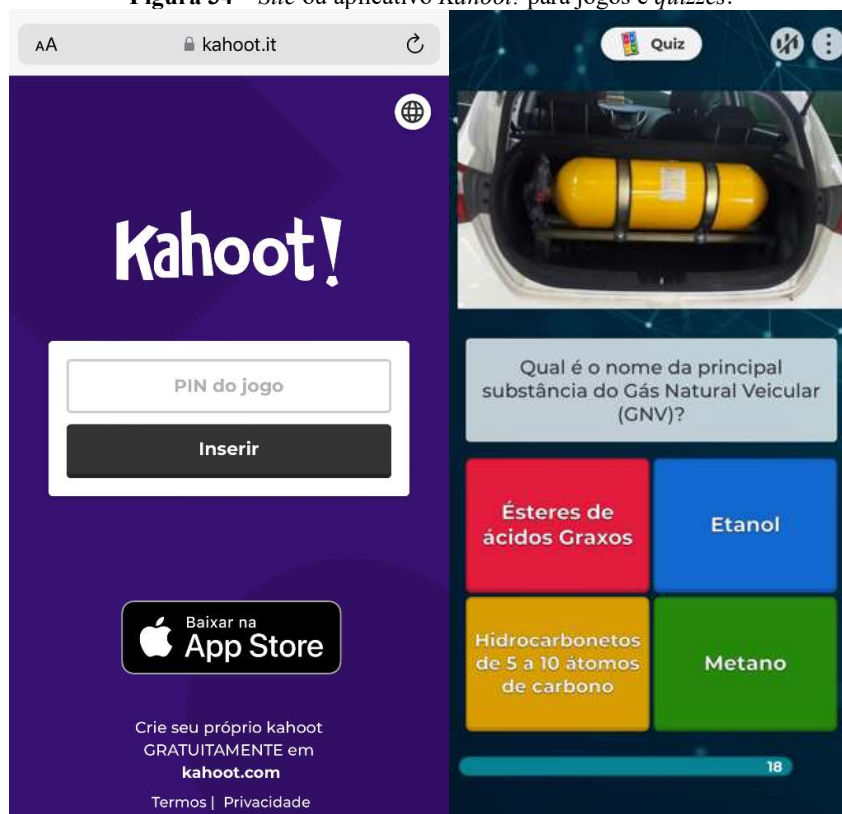
A interação promovida pelos questionamentos visa o desenvolvimento do aluno dentro da sua ZDP, conforme THC de Vigotski.

Desse modo, será explicado aos alunos o que é gás veicular, gás de cozinha, gasolina, diesel e o álcool presente nos postos de combustível mostrando a estrutura química de compostos presentes em cada combustível, destacando os grupos funcionais estudados na química orgânica (alcanos, aromáticos, álcoois etc.). Nesse sentido, pretende-se proporcionar a aprendizagem de conceitos da química orgânica pela

assimilação desses conceitos com elementos já conhecidos no cotidiano do aluno para aprendizagem significativa.

De forma a dinamizar a aula e incentivar a participação do aluno, será utilizado como recurso didático um *quiz online* interativo com perguntas sobre o conteúdo pelo uso do *site* ou aplicativo “*Kahoot!*” durante a aula, apresentado na Figura 31. Essa ferramenta para questionário apresenta um tempo preestabelecido pelo docente responder à pergunta, *ranking* em tempo real da evolução dos acertos dos alunos etc.

Figura 34 – Site ou aplicativo *Kahoot!* para jogos e quizzes.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Esse *quiz* em tempo real também propiciará maior interação com os alunos de forma a mapear dúvidas e esclarecê-las durante a aula. Os alunos poderão utilizar o *smartphone* para responder às perguntas do *quiz online* elaborado no “*Kahoot!*” ou um computador se a escola contar com uma sala de informática. Os alunos sem *smartphone* poderão fazer dupla com colegas de sala.

O *quiz* interativo também apresenta características de um jogo didático como ludicidade, divertimento, regras claras, limitação de tempo, imprevisibilidade sobre o resultado para uma aprendizagem dinâmica. Nesse sentido, discute os conceitos e os

conteúdos da formação curricular do aluno e promove uma aprendizagem dinâmica (CUNHA, 2012).

O papel dos jogos no desenvolvimento cognitivo está baseado em Vigotski, pois o jogo é um processo social e o professor assume a posição de mediador do processo de aprendizagem, sendo estimulador e avaliador da aprendizagem em sala de aula. Adicionalmente, o jogo trabalha a intelectualidade do aluno na sua ZDP (CUNHA, 2012).

A apresentação em *Power Point* será disponibilizada fisicamente e na plataforma *Google Classroom* da turma em conjunto com um material escrito sobre o conteúdo. Para verificação da aprendizagem será disponibilizado um estudo dirigido discursivo na terceira aula que deve ser entregue para avaliação até o final da sexta aula. Esse estudo dirigido discursivo trata de conceitos de funções orgânicas e da extração e refino do petróleo. Os alunos poderão sanar dúvidas no mural da plataforma *Google Classroom* ou diretamente com o professor nas aulas presenciais subsequentes.

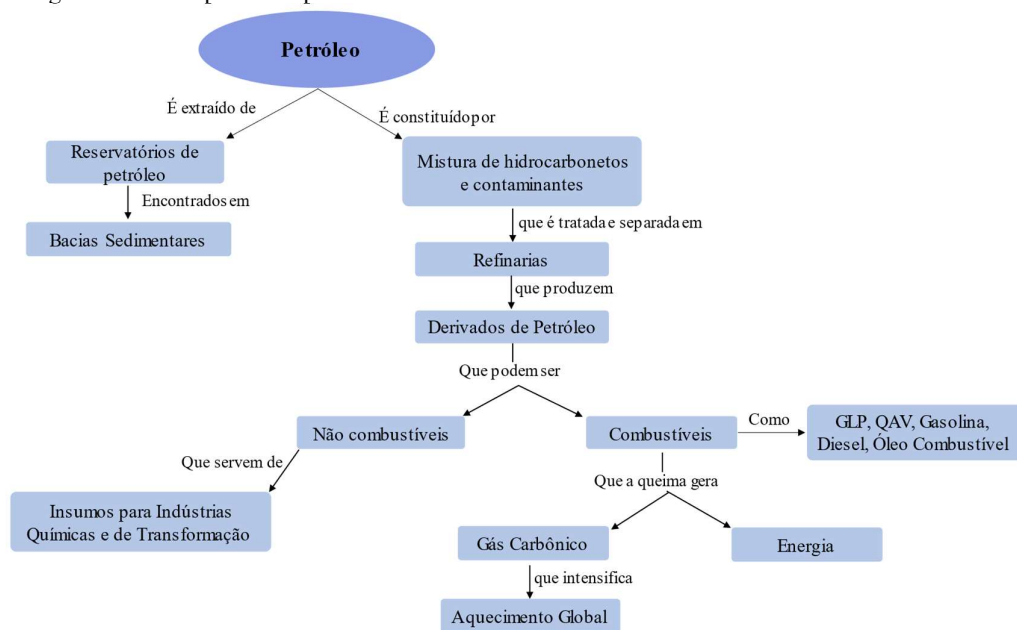
Na quinta aula, será explicado aos alunos o que são mapas conceituais e como são estruturados e será apresentado exemplos de mapas conceituais para que os alunos compreendam sua estrutura. Nos mapas conceituais, os conceitos se conectam de forma gráfica por uma linha e sobre as linhas são incluídas palavras de ligação de forma a relacionar conceitos, favorecendo a aprendizagem significativa por auxiliar os estudantes a perceber as relações entre os seus conhecimento prévios e os conhecimento científicos (BEBER; PINO, 2009).

A turma será dividida em grupos de no máximo quatro (04) alunos para elaboração de mapas conceituais para que os alunos sistematizem os conceitos da segunda aula e os relacionem com os problemas da nossa sociedade.

Para nortear os alunos na construção dos mapas, o docente informará os conceitos que o mapa deve sistematizar, como definição química do petróleo, origem, extração, aplicação, impactos ambientais. Os alunos podem abordar outros conceitos no mapa caso identifiquem a necessidade.

No final da aula, o professor também mostrará um mapa conceitual, previamente elaborado como recurso didático, para explicar as relações entre os conceitos e revisar os conteúdos das aulas anteriores. Esse mapa conceitual está na Figura 35. Entretanto, deve-se esclarecer que o mapa não é um “gabarito” e trata-se apenas de um recurso para sistematizar os conceitos e questões abordadas anteriormente.

Figura 35 - Exemplo de mapa conceitual sistematizando os conhecimentos discutidos nas aulas.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Os grupos de alunos poderão optar por entregar o seu próprio mapa ao final da aula ou melhorá-lo para entrega até a aula seguinte. Os mapas conceituais elaborados pelos grupos serão avaliados em termos de elementos estruturais dos mapas e a eficácia da assimilação de conceitos de química do petróleo e suas relações com questões socioambientais.

A divisão dos alunos em grupos visa estimular o desenvolvimento de habilidades de comunicação, organização, colaboração, responsabilidade, entre outras. Além disso, a interação social é importante para o desenvolvimento cognitivo e aprendizagem pela Teoria Histórico-Cultural de Vigotski. Nessa atividade de mapas conceituais, o docente participa como mediador orientando os grupos e esclarecendo dúvidas, conforme teoria vigotskiana (BOCK *et al.*, 2001).

Por fim, a sexta aula será dedicada a uma atividade interdisciplinar entre Química, História e Geografia para deliberar sobre o papel da química como ciência e suas relações com as questões políticas, socioeconômicas e históricas na sociedade

Essa atividade interdisciplinar visa uma educação de ciências crítica, voltada para os problemas da sociedade, portanto está alinhada a pedagogia para o exercício da cidadania em congruência com os ideais da pedagogia freiriana.

- Recursos/materiais didáticos a serem utilizados – como e por que usá-los

Exibição dos vídeos do canal da Petrobras do *Youtube*: “caminho do petróleo” e “Do poço ao Posto” nos links <https://www.youtube.com/watch?v=a2ObyRy9dG8> e <https://www.youtube.com/watch?v=MDTPbCPKpxl>, de forma a contextualizar a temática. O uso de um recurso audiovisual utiliza uma multiplicidade de linguagens que contextualiza a temática, potencializando o aprendizado dos conteúdos.

Utilização da plataforma “*Google Classroom*” para disponibilizar e organizar o material escrito, incluindo vídeos utilizados. A plataforma também pode servir para o envio de trabalhos, como a resenha e o estudo dirigido sobre o conteúdo. Além disso, permite a interação dos alunos através de um mural que pode ser utilizado como fórum de discussão e para esclarecimentos de dúvidas.

Apresentação em *Power Point* com definições de combustíveis, fontes de energia (renováveis e não renováveis), matriz energética brasileira e matriz energética mundial, relação das frações de hidrocarbonetos de petróleo com suas aplicações, como combustíveis.

Criação de questionário no *site* ou aplicativo “*Kahoot!*” sobre os conceitos trabalhados para ser respondido pelos alunos durante a aula de modo a promover a participação e engajamento do aluno. Outro recurso semelhante para questionário é o *Google Forms*.

Atividade de elaboração de mapas conceituais pelos alunos divididos em grupos. Os mapas conceituais são estratégias eficientes para organizar e sistematizar diferentes conhecimentos apresentados, promovendo a evolução conceitual dos estudantes.

Reportagem “O mundo sem petróleo” da Revista Superinteressante. Dessa forma, apresentando a importância do petróleo para a sociedade, seus impactos ambientais e os desafios de substituí-lo por fontes de energia mais limpas.

Geração de nuvem de palavras no *Mentimeter* no link <https://www.menti.com> relacionadas ao petróleo para engajamento e participação ativa dos alunos.

Elaboração de cartazes informativos para os murais da escola, abordando a química do petróleo e as implicações para sociedade do seu uso como fonte de energia. Essa atividade visa proporcionar aos alunos conhecimentos científicos para que se posicionem de forma crítica em questões de ciência e de tecnologia que afetam a sociedade, ou seja, a educação crítica para exercício da cidadania.

- Leitura complementar (além do livro didático) a ser indicada para os alunos

A reportagem “O mundo sem petróleo” da Revista Superinteressante disponível no site <https://super.abril.com.br/ciencia/o-mundo-sem-petroleo/>. A publicação aborda a importância do petróleo para o mundo atual e os problemas ambientais da queima de combustíveis fósseis, como o aquecimento global intensificado pelas emissões de gás carbônico decorrentes da combustão de derivados de petróleo. Desse modo, elucida os desafios na transição energética para fontes de energia mais limpas e renováveis.

Entre as habilidades e competências esperadas no ensino de química está o estabelecimento de relações entre os grupos funcionais e as principais frações de petróleo, conforme currículo mínimo de Química do Rio de Janeiro. Dessa forma, a temática de química do petróleo pressupõe uma forte contextualização com o cotidiano do aluno, motivando o aluno e estimulando a predisposição em aprender do educando, o que é importante para a aprendizagem significativa (SILVA, 2020).

Além disso, a reportagem apresenta energias renováveis alternativas em relação ao petróleo, como o hidrogênio. Essa abordagem do hidrogênio como potencial combustível no futuro está relacionada à habilidade EM13CNT307 da competência 3 da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de Ciências da Natureza que aplicações ou propostas soluções seguras e sustentáveis e aos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da agenda 2030 das Nações Unidas, conforme Figura 33 (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015).

(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano (BRASIL, 2018, p.559).

Figura 36 - Os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 das Nações Unidas.



Fonte: ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (2015).

Com isso, discute-se o papel do conhecimento científico na solução de questões sociais e ambientais (BRASIL, 2018). Essa leitura complementar também trabalha a habilidade EM13CNT206 da BNCC de Ciências da Natureza que trata das ações humanas e das políticas ambientais para a garantia de sustentabilidade do planeta. Dessa forma, pode-se discutir outros aspectos da ciência, tais como questões sociais, éticas, históricas, econômicas, ambientais, incentivando o desenvolvimento da consciência ambiental.

Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta (BRASIL, 2018, p.557).

- Sugestão de trabalho interdisciplinar

A proposta de trabalho interdisciplinar consiste na apresentação de seminários mediados pelos docentes de Química, Geografia e História sobre temas relacionados à geopolítica do petróleo porque o ensino de Química deve contemplar sua interdisciplinaridade com a História da humanidade (CHASSOT, 1993). A turma será dividida em grupos e os alunos terão que elaborar cartazes informativos em cartolina para os murais da escola sobre as seguintes questões:

Criação da PETROBRAS na Era Vargas;

Crise do petróleo 1973 e Programa Proálcool (Programa Nacional de Álcool);

Greve dos caminhoneiros no Brasil de 2018;

Vazamento de petróleo no litoral do Nordeste em 2019;

Exploração de Petróleo na Margem Equatorial.

A divisão dos alunos em grupos visa estimular o desenvolvimento de habilidades de comunicação, organização, colaboração, responsabilidade, entre outras. Os grupos terão que realizar uma pesquisa prévia e elaborar os cartazes. Essa elaboração de cartazes será mediada pelos professores de Química e Biologia que estimularão a reflexão do corpo discente através de perguntas direcionadoras durante a atividade.

Ao final da aula, cada grupo apresentará o seu cartaz e será realizado um debate de forma a estimular a percepção dos alunos sobre a importância do petróleo como fonte de energia para a sociedade e suas questões socioeconômicas, geopolíticas e ambientais. Por exemplo, espera-se que a atividade ajude ao aluno a perceber como assuntos geopolíticos que levaram à crise do petróleo de 1973 impulsionaram o desenvolvimento tecnológicos de biocombustíveis como ocorreu no Programa Proálcool. No caso da exploração de petróleo da margem equatorial, o professor deve conduzir os alunos a refletirem sobre os impactos ambientais que podem ocorrer, como vazamentos de óleo cru e as consequências na Foz do Amazonas em contraposição à geração de riquezas na região pela produção de petróleo.

Com isso, estimula-se o desenvolvimento a competência 3 da BNCC de Ciências da Natureza do ensino médio de se avaliar a aplicação do conhecimento científico para propor soluções para demandas da sociedade. Além disso, incentiva o ensino crítico de ciências voltada para o exercício da cidadania, o que dialoga com a pedagogia freiriana.

- Avaliação

A avaliação consistirá na média aritmética entre a resenha, o mapa conceitual elaborado em grupo e o estudo dirigido. Os mapas conceituais elaborados serão avaliados em termos de elementos estruturais e da eficácia na assimilação de conceitos.

Sendo assim, o aluno será avaliado progressivamente nas aulas, ou seja, aproximando-se da avaliação formativa por ocorrer ao longo do processo de ensino, permitindo ao docente identificar os obstáculos enfrentados pelo aluno na construção do conhecimento. O estudo dirigido será disponibilizado na terceira aula para ser entregue presencialmente no final da sexta aula e será discursivo de forma valorizar a individualidade do educando nas respostas.

A participação do aluno nos questionários do jogo do “Kahoot!” na terceira e quarta aula poderá acrescentar até 0,5 ponto extra na nota final que será atribuída pelo docente. Já a nota da oficina interdisciplinar será uma bonificação de até 1,0 ponto extra

na nota do bimestre, conferida pelos docentes de Química, História e Geografia para cada grupo de alunos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Ciências compreende uma forma de intervenção no mundo, ou seja, de transformação social e a educação está inserida em um contexto social e não pode estar dissociada da realidade do educando. Nesse sentido, as ações pedagógicas para um ensino de química crítico são fundamentais para a construção de indivíduos autônomos, capazes de compreender a realidade e interagir com o mundo que vivem.

O petróleo é um tema gerador e contextualizador com grande potencial para aprendizagem de conhecimentos químicos e para uma educação crítica para exercício da cidadania. Para isso, o docente de Química pode planejar ações na sua prática educativa que potencializam a aprendizagem de conceitos, problematizando o conteúdo para educação crítica em ciências.

A revisão da literatura de ensino de química mostra que a temática de petróleo é ainda utilizada de forma superficial, sem uma dimensão social adequada e dissociada de referenciais teórico-metodológicos de ensino e aprendizagem. A análise qualitativa de publicações nas Revista Química Nova, ENEQ e SIMPEQUI indica que as principais temáticas abordadas em sala de aula com uso do petróleo são funções orgânicas, ligações químicas, polaridade e solubilidade e separação de fases. Esses resultados não refletem a literatura internacional do ensino de química nem monografias, dissertações e teses de bases de dados nacionais.

Concluiu-se que a temática do petróleo ainda apresenta obstáculos para a sua inserção nas publicações do ensino de química no Brasil o que pode estar associados à sua complexidade e ao baixo investimento em educação continuada de professores. Entretanto, estudos mais representativos sobre esses entraves são necessários para conclusões mais definitivas.

Os entraves para o emprego do petróleo na literatura de ensino de química nacional também são maiores para as atividades *upstream* de exploração e produção do que para as atividades *downstream* de refino, distribuição e comercialização. Isso ocorre porque as atividades *downstream* estão mais próximas do cotidiano discente e a *upstream* apresentar mais proximidade de temas da engenharia do que de química.

Este estudo também sistematizou os referenciais pedagógicos associados ao emprego de petróleo nas aulas de químicas, concluindo que a Teoria de Aprendizagem Significativa pode contribuir para fundamentar a importância da temática na prática educativa. A Teoria de Aprendizagem Significativa fundamenta a importância de se

integrar os saberes populares e conhecimentos científicos na prática docente de modo a tornar o ensino mais significativo, construindo novos conhecimentos. Além disso, essa teoria dialoga com outros referenciais pedagógicos, como a pedagogia freiriana, a teoria de desenvolvimento cognitivo de Piaget e a teoria socio interacionista de Vigotski.

Logo, o professor deve pensar em estratégias e recursos para motivar o aluno e estimular sua predisposição em aprender, além de elaborar materiais com potencial para promover aprendizagem. Nessa abordagem, foi proposto uma sequência didática baseada na Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel, na Teoria Histórico-Crítica (THC) de Vigotski e na pedagogia freiriana.

Desse modo, as estratégias e recursos da sequência didática visam atender as condições de aprendizagem significativa da Teoria de Ausubel. Nessa perspectiva, as aulas também foram contextualizadas com questões do cotidiano do educando de forma que as novas informações interagem com conhecimentos prévios para construção de novos conhecimentos para aprendizagem com base na TAS de Ausubel. Além do uso do mapeamento conceitual de forma a sistematizar diferentes saberes e promover a evolução conceitual dos estudantes

As atividades em grupo incorporadas no planejamento da sequência didática favorecem a interação social, além da mediação pelo professor trabalhar a intelectualidade do aluno dentro de sua Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), conforme teoria vigotskiana. Já as atividades escritas como a resenha e estudo dirigido envolvem o processo de internalização, que é a apropriação de um conhecimento externo de forma particular, através da linguagem.

Por fim, a busca das implicações sociais do conhecimento científico discutidas na oficina interdisciplinar proposta objetiva a educação crítica para cidadania, dialogando com as ideias educacionais freireanas. Sendo assim, a sequência didática buscou relacionar o conteúdo de ciências com os problemas socioeconômicos e ambientais para formar cidadãos que se posicionem criticamente nas questões de ciência e tecnologia para intervir no mundo onde vivem.

A avaliação contida na sequência didática foi pensada de modo a se alinhar com o modelo didático descrito nas aulas que tem na sua concepção uma perspectiva construtivista. Dessa forma, o instrumento avaliativo deve estimular o desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico do educando, como é o caso da avaliação formativa, que se caracteriza por ocorrer ao longo do processo de ensino e construir novos significados.

Portanto, o presente trabalho proporcionou uma fundamentação pedagógica para o emprego no tema de petróleo nas aulas de química e proporcionou um panorama sobre a indústria de petróleo para subsidiar futuras ações pedagógicas na temática. Adicionalmente, disponibilizou um planejamento de sequência didática de aulas com emprego da temática de petróleo nas aulas de Química de modo a promover uma aprendizagem significativa de Química e promover um ensino crítico de ciências.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. D.; MIRANDA, J. L. O uso de TIC na contextualização do tema combustíveis no Ensino de Química. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 16, 2018. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2018.

BAIRD, Colin. **Química Ambiental**. 24^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 4 nov. 2023.

BATISTA, A.; FARIA, F. L.; BRONDANI, P. B. A Química do Petróleo: a utilização de vídeos para o ensino de Química no nível médio. **Química Nova na Escola**, v. 43, n.3, p. 237-245, 2020.

BAZO, C. L.; KODAMA, R. M.; BROIETTI, F. C D. Uma Unidade de Aprendizagem desenvolvida no Subprojeto do PIBID/Química Edital 2009 da UEL. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 17, 2014. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2014.

BORGES, D. K. G.; SOUZA, K. S.; OLIVEIRA, S. C. Explorando os conceitos químicos no ensino médio a partir da gasolina brasileira. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 15, 2017. Manaus. Anais. Manaus: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2017.

BEBER, S. Z. C.; PINO, J. C. Mapas conceituais, saberes populares e aprendizagem significativa: referenciais para o ensino de química. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, v. 9, n. 4, 2019.

BADER, M. S. H. (2007). Sulfate removal technologies for oil fields seawater injection operations. **Journal of Petroleum Science and Engineering**, v.55, p. 93–110, 2006.

BAKER, R. W. **Membrane Technology and Applications**. 2^a ed. California: John Wiley & Sons, 2004.

BORGES, M. N.; CARVALHO, C. O. Petróleo como tema motivador para o ensino de química. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 14, 2008. Curitiba. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2008.

BOCK, A. M. B.; FURTADO, O.; TEIXEIRA, M. L. **Psicologias: uma introdução ao estudo da Psicologia**. 13^o edição. São Paulo: Saraiva, 2001.

BRASIL. Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: Ministério da Educação/Imprensa Oficial, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em: 2 dez. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 4 nov. 2023.

BRASIL, Ministério da Educação, 1997. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental. Brasília, MEC/SEF.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 393, de 8 de agosto de 2007. Dispõe sobre o descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo e gás natural, e dá outras providências. Disponível em: <https://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/conama39307.pdf>. Acesso em: 12 de nov. 2023.

BRASIL, N. I.; ARAÚJO, M. A.S.; SOUSA, E. C. M. **Processamento de Petróleo e Gás: petróleo e seus derivados, processamento primário, processos de refino, petroquímica e meio ambiente**. Rio de Janeiro, LTC, 2011.

BUZA, R. G. C.; PALHETA, J. A. P.; SILVA, M. D. B. **A Temática Petróleo no Ensino de Química**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 51, 2011. São Luís. Anais. São Luís: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2011.

CABREIRA, M. C.; IGNÁCIO, P.; TROMBETTA, R. M. **O educar pela pesquisa e o ensino de ciências: perspectivas de uma aprendizagem significativa**. Revista Thema, v.16, n.2, p.391-404, 2019.

CASTRO, P. A. P. P.; TUCUNDUVA, C. C.; ARNS, E. M. A importância do planejamento das aulas para organização do trabalho do professor em sua prática docente. **Athena Revista Científica de Educação**, v. 10, n. 10, 2008.

CHASSOT, A. I. Nossos três interrogantes capitais. In: CHASSOT, A. I. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 1993. Cap. 3. p.37-55.

CÔRTEZ, G. M. Em 15 anos, pré-sal da Petrobras produz 5,5 bilhões de barris de petróleo e supera México, Noruega e Nigéria. *Jornal do Brasil*, 1. set. 2023. Disponível em: <https://www.jb.com.br/economia/2023/09/1045732-em-15-anos-pre-sal-da-petrobras-produz-55-bilhoes-de-barris-de-petroleo-e-supera-mexico-noruega-e-nigeria.html>. Acesso em 24 out. 2023.

COUTINHO, R. S.; CRUZ, M. C. P. C. Utilização de recursos didáticos para construir aulas motivadoras a partir do tema Vazamentos de Petróleo associado ao conteúdo químico Misturas. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 17, 2014. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2014.

CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, v.34, n.2, p.92-98, maio 2012.

CURRÍCULO MÍNIMO 2012. QUÍMICA Disponível em: <https://cedcrj.files.wordpress.com/2018/03/qc3admica.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

DAVIS, Roy A.; MCELHINEY, J. E. The Advancement of Sulfate Removal from Seawater in Offshore Waterflood Operations. **NACE International**, Houston, 2002.

DIEGUEZ, Flávio. O mundo sem petróleo. Superinteressante, 1 maio. 2017. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/o-mundo-sem-petroleo/>. Acesso em 2 dez. 2023.

DAZZANI, M.; CORREIA, P. R.M.; OLIVEIRA, P. V.; MARCONDES, M. E. R. Explorando a Química na Determinação do Teor de Álcool na Gasolina. **Química Nova na Escola**, n.10, novembro 1999.

D'ALMEIDA, A. L. **Indústria do petróleo no Brasil e no mundo: formação, desenvolvimento e ambiência atual**. São Paulo: Blücher, 2015.

DIAS, S. M. S.; TERRA, W. S. O uso de mapas conceituais como instrumento de ensino e avaliação da aprendizagem significativa dos conceitos relacionados a química de petróleo. **RBECM**, v. 4, n. 2, p. 714-752, 2021.

FARAH, M. A. **Petróleo e seus Derivados: definição, constituição, aplicação, especificações, características de qualidade**. Rio de Janeiro, LTC, 2013.

FARIAS, T. T.; OLIVEIRA, V.; LUCENA, D. V.; GADELHA, A. J. F. A acidez e a alcalinidade na água associada ao petróleo. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 17, 2019. Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2019.

FERNANDES, I. M. B.; PIRES, D; M.; DELGADO-IGLESIAS, J. Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. **Ciênc. Educ.**, v. 24, n. 4, p. 875-890, 2018.

FREIRE, M. S.; JÚNIOR, G. A. S.; SILVA, M. G. L. Panorama sobre o tema resolução de problemas e suas aplicações no ensino de química. **Revista Acta Scientiae**, v.13, n.1, p. 106-120, 2011.

FREIRE, Paulo. **A importância do ato de ler: em três artigos que se completam**. 23ª edição. São Paulo: Autores Associados: Cortez, 1989.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 11ª edição. São Paulo: Paz e Terra, 1987.

GAUTO, Marcelo. **Petróleo e Gás: princípios de exploração, produção e refino**. Porto Alegre: Bookman, 2016.

GOMES, A. C. L. **Refino de Petróleo**. In: ANTUNES, S. Setores da Indústria Química. Rio de Janeiro, E-papers, 2007.

GOMES, A. T.; GARCIA, I. K. O uso integrado de simulações computacionais – TIC's com experimentos demonstrativos: uma proposta de ensino de química a partir da temática combustíveis/poluição ambiental. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 13, 2015. Fortaleza. Anais. Fortaleza: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2015.

HABERT, A. C.; BORGES, C. P.; NOBREGA, R. **Processos de Separação por Membranas**. Rio de Janeiro: E-papers, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS. Maiores produtores mundiais de petróleo em 2022. Disponível em: <https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/snapshots/maiores-produtores-mundiais-de-petroleo/>. Acesso em: 24 out. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS. Projeção da demanda global de petróleo no longo prazo. Disponível em: <https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/snapshots/projecao-da-demanda-global-de-petroleo-no-longo-prazo/>. Acesso em: 20 nov. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Global Energy Review 2020. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020>. Acesso em: 24 out. 2023.

JARDIM, C. B.; SILVA, P. D.; SANTOS, M. D. P.; SANTIAGO, A. N. S. S. O petróleo e hidrocarbonetos no cotidiano: uma alternativa de materiais didáticos utilizados nas aulas de química do ensino médio. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 18, 2016. Florianópolis. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2016.

JESUS, D.; GUZZI FILHO, J.; GRAMACHO, R. S. Petróleo e Seus Derivados: Uma Articulação Com Quatro Estratégias Para Ensino Contextualizado do Tema Hidrocarbonetos. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 17, 2014. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2014.

KIOURANIS, N. M. M.; SILVEIRA, M. P. Combustíveis: uma abordagem problematizadora para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 1, p. 68-74, 2017.

LIBÂNEO, J. C. Planejamento escolar. In: LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2004. Cap. 10. p. 221-247.

LIMA, K. S.; SILVA, E. L.; SARMENTO, V. H. V.; CRUZ, M. C. P. Ensino da corrosão do setor de petróleo e gás por meio de resolução de problemas aplicado aos licenciandos em química. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 13, 2015. Fortaleza. Anais. Fortaleza: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2015.

LIMA, V. L.; FIALHO, L. B. A.; ROCHA FILHO, G. N.; MACHADO, J. O teor de álcool na gasolina por métodos teóricos e experimentais abordado com alunos do ensino médio. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 16, 2018. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2018.

MACEDO, M. A. M.; MIRANDA, S. M. M.; ANDRADE, S. R. A.; LUCENA, D. V.; ROCHA, C. O. Aula experimental sobre o teor de álcool na gasolina com alunos concluintes no curso de petróleo e gás. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 17, 2019. Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2019.

MAIA FILHO, Dilson da Costa. **Efeito do Envelhecimento Sobre as Características de Emulsões de Petróleo do Tipo Água-em-Óleo**. 2010. 134f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Polímeros) – Instituto de Macromoléculas Professora Eloísa Mano, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

MARIA, L. C.; AMORIM, M. C. VEIGA; AGUIAR, M. R. M. P.; SANTOS, Z. A. M.; CASTRO, P. S. C. B. Petróleo: um tema para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, n.15, 2002.

MIGUEL, D. C. A.; GOMES, V. B.; SILVA, R. R. Estratégias de leitura aplicadas à textos de divulgação científica para abordar o vazamento de petróleo nas praias do nordeste. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 20, 2020. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2020.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. IN: BACICH, L.; MORAN, J. (orgs). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. Porto Alegre: Penso, 2018.

NICOLINI, João Victor. **Formulação da Água de Injeção por Nanofiltração para Recuperação Avançada do Petróleo**. 2017. 254p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

NOGUEIRA, S. R. A.; MACHADO, B. C.; ALVES, O. C.; SOARES, J. R.; SANTOS, T. D.; CHAVES, N. D. N.; SILVA, M. M.; SILVA, E. S.; SÁ, L.J. F. Petróleo e interdisciplinaridade nas ciências da natureza e matemática. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 7, 2010. Salvador. Anais. Salvador: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2009.

OLIVEIRA, G. M.; GRIMMLER, M. U.; BETEMPS, G. R.; RODRIGUES, M. R. A.; MELECHI, M. I.; CARAMÃO, E.; SACHES FILHO, P. J. Aula prática para a caracterização de contaminações petrogênicas de hidrocarbonetos no meio ambiente. Projeto de transposição de conhecimentos na área de petróleo, biocombustíveis e biomassa: interação universidade/escola. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 11, 2013. Manaus. Anais. Manaus: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2013.

OLIVEIRA, G. M.; HALL, M.; GRIMMLER, M. U.; BETEMPS, G. R.; RODRIGUES, M. R. A.; MELECHI, M. I.; CARAMÃO, E.; SACHES FILHO, P. J. Utilização do fracionamento cromatográfico de petróleo como ferramenta para ensino de química-transposição de conhecimentos na área de petróleo, biocombustíveis e biomassa: interação universidade/escola. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 11, 2013. Manaus. Anais. Manaus: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2013.

OLIVEIRA, T. C.; MIRANDA JUNIOR, P. O petróleo como tema sócio-científico no ensino de química com enfoque CTS. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 17, 2014. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2014.

OLIVEIRA, T. A. L.; SILVA, F. C. S.; MATOS, F. I. M.; BINDÁ, R.S. A Pergunta do Aluno como subsídio para elaboração de uma Sequência Didática sobre o tema Petróleo. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 18, 2016. Florianópolis. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Agenda 2030 para Desenvolvimento Sustentável, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 28 nov. 2023.

PEYERL, D. Surge o petróleo (1864–1941). In: **O petróleo no Brasil: exploração, capacitação técnica e ensino de geociências** (1864-1968) [online]. São Bernardo do Campo, SP: Editora UFABC, 2017, p.22-84.

PETROBRAS. Entenda o que é a Margem Equatorial Brasileira e do que se trata o licenciamento solicitado ao Ibama. Disponível em: <https://agencia.petrobras.com.br/pt/negocio/entenda-o-que-e-a-margem-equatorial-brasileira-e-do-que-se-trata-o-licenciamento-solicitado-ao-ibama-31-05-2023>. Acesso em: 24 out. 2023.

PRÄSS, A. R. **TEORIAS DE APRENDIZAGEM**. Monografia – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

RIBEIRO, J. A. **A história da Petrobras**. Rio de Janeiro: AEPET, 2023.

ROSA, Adalberto José; CARVALHO, Renato de Souza; XAVIER, José Augusto Daniel. **Engenharia de reservatórios de petróleo**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2006.

ROSA, M. I. F. P. S.; SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, n.8, novembro 1998.

SANTOS, Ana Lúcia Cardoso dos. **Didática para a licenciatura: subsídios para a prática de ensino**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2009.

SANTOS, R. G.; FIELD'S, K. A. P.; BENITE, A. M. C. Proposição de Uma Estratégia de Contextualização na Aula de Química: O Petróleo do Pré-sal como Temática. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 15, 2010. Brasília. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2010.

SANTOS, R. S.; ELEUTÉRIO, C. M. S.; MARINHO, O. T.; SILVA, A. N.; MORAES, P; F.; SILVA, M. M.; VIEIRA, R. S.; GARCIA, S. L. . Petróleo: uma abordagem dos hidrocarbonetos no ensino de química. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 13, 2015. Fortaleza. Anais. Fortaleza: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2015.

SANTOS, W. L. P. S. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.1, p. 109-131, mar. 2008.

SANTOS, Wildson L. P.; MORTIMER, Eduardo F. A dimensão social do ensino de química – um estudo exploratório da visão de professores. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 2, 1999. Valinhos. São Paulo, Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), 1999.

SILVA, A. M.; APOLONIO, S. O. O uso de seminários educativos sobre biocombustíveis para a construção de uma consciência ecológica nos alunos do 1º ano do ensino médio da escola de ensino fundamental e médio centro dos retalhistas do município de Fortaleza-CE. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 16, 2018. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2018.

SILVA, C. C.; SILVEIRA, R. F.; LACERDA, K. A. P. Os combustíveis e a educação em química. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 8, 2010. Natal. Anais. Natal: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2010.

SILVA, L. L.; DIAS, P. L. A.; PINHEIRO, J. M. L.; OLIVEIRA, E. X.; LAGES, A. S. Experimentação com tema motivador calorimetria de combustíveis para alunos do ensino. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 16, 2018. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2018.

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

SILVA, I. N.; CAMPOS, R. S. P.; OLIVEIRA, K. Júri simulado: Uma atividade lúdica para promover a contextualização em sala de aula. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 17, 2014. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2014.

SILVA, C. D.; MÓL, G. S. Petróleo: tema para o ensino de química utilizando aulas do TC2000. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 12., 2004. Goiânia. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2009.

SCHRAM, Laurier Lincoln. **Emulsions, Foams and Suspensions: Fundamentals and Applications**. Canada: Wiley-VCH, 2005. 447p.

SHAW, Ducan. J. **Introduction to Colloid and Surface Chemistry**. 4ª ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1992. 306p.

SOUSA, C. O.; SILVANO, A. M.; LIMA, I. P. Teoria da aprendizagem significativa na prática docente. **Revista Espacios**, v.39, n.23, 2018.

SOUZA, M. J.S.; . A gasolina como estratégia facilitadora no ensino de hidrocarbonetos. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 14, 2016. Manaus. Anais. Manaus: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2016.

SOUZA, M. S.; FILHO, A. J. M.; SILVA, J. S. Petróleo: descobertas, transformações e impactos. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 11, 2013. Manaus. Anais. Manaus: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2013.

SOUZA, P. B. A.; FARIAS, S. A.; BINDÁ, R. S. Desenvolvendo habilidades argumentativas com alunos da 3ª série do Ensino Médio a partir da Experimentação Investigativa. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 19, 2018. Rio Branco. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2018.

SZKLO, A.; ULLER, V. C. **Fundamentos do Refino de Petróleo: tecnologia e economia**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Interciência. 2008.

THOMAS, J. E. **Fundamentos de engenharia de petróleo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

VALE, W.; SOUZA, S. Concepções da temática dos combustíveis fósseis e alternativos através da aplicação de estratégias didáticas com enfoque CTS. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 13, 2015. Fortaleza. Anais. Fortaleza: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2015.

VAZ, C. E. M.; MAIA, J. L. P.; SANTOS, W. G. **Tecnologia da indústria do gás natural**. 1ª ed. São Paulo: Blucher, 2008.

VIVELA, M. L.; SELLES, S. E. É possível uma Educação em Ciências crítica em tempos de negacionismo científico? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1722-1747, dez. 2020.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v.23, n.2, p.84-91, maio 2013.

WIGGINS, G.; McTIGHE, J. **Planejamento para a compreensão: alinhando currículo, avaliação e ensino por meio do planejamento reverso**. 2ª ed. Porto alegre: Penso, 2019.

ANEXO

Artigo publicado no Congresso Scientiarum Historia 16



**Uma análise sobre o uso da
temática de petróleo no ensino
de química**
*An analysis about Petroleum in
teaching of chemistry*

Bruna Cabral ARAUJOLicencianda em Química (CEDERJ – polo Nova Iguaçu), Instituto de
Química, Universidade Federal do Rio de Janeirobruna.araujo@eq.ufrj.br**Grazieli SIMÕES**Programa de Pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e
Epistemologia, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de
Janeirograzielisimoes@iq.ufrj.br**Priscilla TAMIASSO-MARTINHON**Programa de Pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e
Epistemologia, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de
Janeiropris-martinhon@hotmail.com**Célia SOUSA**Programa de Pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e
Epistemologia, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de
Janeirosousa@iq.ufrj.br

Abstract. *The chemistry teaching shall be related to students' realities in order to make them engage in classes. For that matter, the oil and gas theme present a great usage potential in the chemistry classes to promote learning once its production chain involves several physicochemical processes, resulting in many different products on students' daily lives. Besides, it is an intrinsically interdisciplinary topic that allows teachers to work with the social dimension of science through environmental, socioeconomic and geopolitics issues. Nevertheless, the usage of petroleum subject in chemistry classes do not explore all its potential and pedagogic actions need theoretical and methodological deepening. In this context, this paper aims to revise the use of oil in the chemistry teaching and associate the pedagogical references of teaching and learning. Specifically, educational practices are based on the incorporation of oil and gas as a generating or contextualizing theme through the meaningful learning theory by Ausubel. Thus, it can guide pedagogical actions to improve students' learning.*

Keywords: *Education. Petroleum. Teaching of chemistry. Meaningful learning.*

Resumo. O ensino de química deve estar associado à realidade dos alunos de forma a engajar os alunos nas aulas. Nesse sentido, a temática de petróleo apresenta um grande potencial de uso nas aulas de química para promover aprendizagem uma vez que sua cadeia produtiva envolve diversos processos físico-químicos, gerando diversos produtos no cotidiano ao aluno. Além disso, é um tema intrinsecamente interdisciplinar que permite trabalhar a dimensão social da ciência através das questões ambientais, geopolíticas e socioeconômicas. Entretanto, o uso do petróleo nas aulas de químicas não explora todo potencial da temática e as ações pedagógicas carecem de aprofundamento teórico-metodológicos. Nesse contexto, o presente trabalho busca revisar o uso do petróleo no ensino de química e associar a referenciais pedagógicos de ensino e aprendizagem. Especificamente, fundamenta-se as práticas educacionais que incorporam o petróleo como tema gerador ou contextualizador através da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel. Desse modo, pode-se nortear as ações pedagógicas para potencializar a aprendizagem dos educandos.

Palavras-chave: Educação. Petróleo. Ensino de Química. Aprendizagem Significativa.

1. Introdução

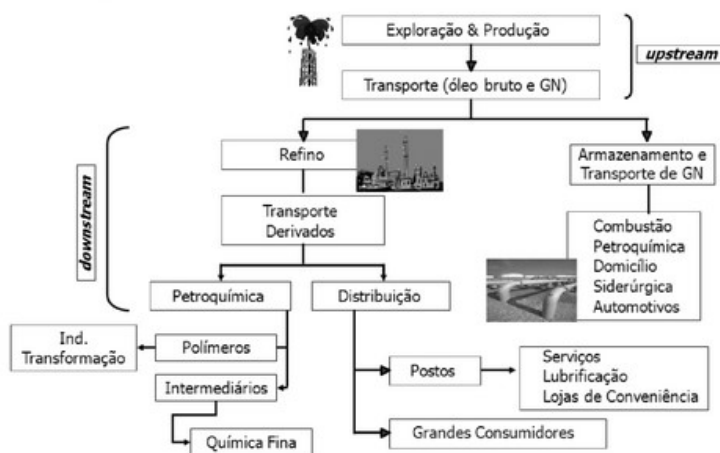
O ensino de química abrange temas complexos e aparentemente distantes do cotidiano discente, o que dificulta o engajamento dos alunos nas aulas. Nesse sentido, o currículo deve valorizar os conhecimentos que tenham forte relação com as trajetórias formativas dos educandos, dando prioridade às aprendizagens de situações reais, das experiências práticas, relacionando-as com contextos sociais e políticos mais amplos (CHASSOT, 1993).

Nessa conjuntura, a temática do petróleo envolve uma grande quantidade de conteúdos de química para sua compreensão, além de apresenta uma forte contextualização com

o cotidiano do aluno. Desse modo, é um assunto com grande potencial para atrair o interesse dos alunos e estimular sua participação, possibilitando também uma abordagem interdisciplinar por dialogar com questões sociais, políticas, históricas e ambientais da nossa sociedade (BATISTA *et al.*, 2020; KIOURANIS *et al.*, 2017).

O petróleo é constituído por uma mistura de hidrocarbonetos e no seu estado líquido é uma substância oleosa chamado de óleo cru menos densa que a água e de cor variando entre o negro e castanho-claro. Na forma gasosa, é denominado gás natural e na forma sólida é chamado de xisto. A exploração, produção, transporte e refino do petróleo envolve uma grande variedade de processos físico-químicos, gerando derivados como combustíveis e insumos para as indústrias químicas e de transformação, como apresentado na Figura 1 (THOMAS, 2004; GOMES, 2007).

Figura 1 – Esquema da cadeia produtiva do petróleo.

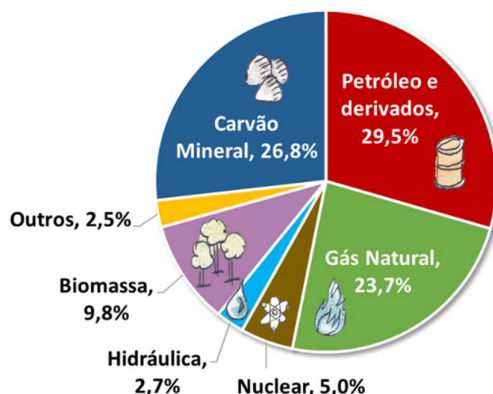


Fonte: GOMES, 2007.

Desse modo, a temática de petróleo está muito presente no cotidiano dos alunos nos diversos produtos derivados do petróleo e nos noticiários da atualidade que abordam assuntos como os quinze anos da produção do pré-sal, a margem equatorial e a transição energética. A produção acumulada dos campos de pré-sal já ultrapassa 5,5 bilhões de barris de petróleo. Já a margem equatorial é uma região que se estende ao longo da costa do Brasil entre o Amapá e o Rio Grande do Norte, abrangendo as Bacia do Foz do Amazonas, Bacia do Pará-Maranhão, Bacia Barreirinhas, Bacia do Ceará e Bacia Potiguar volume estimado de 11 bilhões de barris de petróleo (CORTÊS, 2023; PETROBRAS, 2023).

Adicionalmente, o segmento de petróleo corresponde a quase 30% das fontes de energia da matriz energética mundial, como mostrado na Figura 2, sendo 35,7% da matriz energética brasileira (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2023; INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2020). Nesse contexto, o petróleo é um assunto com grandes potencialidades para aprendizagem significativa de muitos conteúdos de química pelo educando.

Figura 2 - Matriz Energética Mundial em 2020.



Fonte: INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2020.

No entanto, a literatura de ensino de química não apresenta uma grande variedade de abordagens do petróleo como tema gerador e contextualizador em sala de aula, além de explorar pouco as suas transversalidades com a história do Brasil e geopolítica mundial. Também é necessário que as práticas educativas do assunto se fundamentam em referenciais teórico-metodológico que evidenciem como ocorrerá e evolução conceitual dos alunos e não apenas em exemplos superficiais. A contextualização não deve ser entendida a simples exemplificação do cotidiano ou uma apresentação superficial de contextos sem uma problematização dos temas de estudo, mas um princípio norteador da ação docente que envolve profunda significação (WARTHA *et al.*, 2013).

Esse trabalho apresenta como objetivo revisar na literatura de ensino de química o uso do petróleo no ensino de química, buscando também aprofundar o referencial teórico-metodológico que explicitem a intencionalidade dentro do processo de ensino. Sendo assim, verificar se a abordagem não se limitou apenas a exemplos de situações do cotidiano e se a prática pedagógica está fundamentada em referenciais pedagógicos para promover a aprendizagem.

2. Metodologia

Para levantamento sobre o uso da temática de petróleo no ensino de química foram utilizadas duas bases de conhecimento: Revista Química Nova na Escola e anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). As palavras chaves utilizadas na busca dos artigos e publicações foram além do petróleo, combustíveis e gasolina uma vez que os derivados do petróleo estão muito presentes no cotidiano. No caso do ENEQ, foi realizado um recorte temporal de 2002 até os dias atuais em congruência com a disponibilidade de anais digitais desses eventos.

Adicionalmente, foi verificado se a publicação se baseava em alguma teoria de aprendizagem ou referencial pedagógico que justificasse a ação pedagógica proposta.

3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 mostra os resultados de artigos encontradas na Revista Química Nova na Escola, indicando uma escassez de publicações envolvendo o tema de petróleo. As publicações abordam a composição de petróleo para aulas de química orgânica e experimentos. Além disso, é comum o uso de exemplos de combustíveis como derivados de petróleo e conceitos de solubilidade pelo experimento de teor de álcool na gasolina comum (BATISTA *et al.*, 2020; DAZZANI *et al.*, 2003; KIOURANIS, 2017; MARIA *et al.*, 2002).

Tabela 1. Artigos na Química Nova na Escola (QNEsc) no eixo temático de petróleo.

Artigo	Autores	Ano	Teoria de Aprendizagem ou Referencial pedagógico
Petróleo: um tema para o ensino de química	Luiz Claudio de Santa Maria, Marcia C. Veiga Amorim, Mônica R. Marques Palermo de Aguiar, Zilma A. Mendonça Santos, Paula Salgado C.B. Gomes de Castro e Renata G. Balthazar	2002	-
Explorando a química na determinação do teor de álcool na gasolina	Melissa Dazzani, Paulo R.M. Correia, Pedro V. Oliveira e Maria Eunice R. Marcondes	2003	-
Combustíveis: Uma abordagem problematizadora para o ensino de Química	Neide M. M. Kiouranis e Marcelo Pimentel da Silveira	2017	Freire
A Química do Petróleo: a utilização de vídeos para o ensino de Química no Nível Médio	Allana Batista, Fernanda L. Faria e Patrícia B. Brondani	2020	-

No entanto, apenas um artigo mencionou um referencial pedagógico para justificar e fundamentar a ação educativa proposta. Nesse sentido, o artigo “Combustíveis: Uma abordagem problematizadora para o ensino de Química” se baseou em Freire como base da prática pedagógica (KIOURANIS, 2017).

Nessa conjuntura, os combustíveis foram utilizados como tema gerador relacionado a experiência de vida do aluno. A importância de se considerar os saberes prévios dos alunos também está alinhada a pedagogia freiriana que se opõe à transmissão de um conteúdo programático “pronto” que ele chamava de educação bancária. Nesse sentido, a pedagogia freiriana ressalta a importância do ensino estar vinculado a realidade do educando a realidade que os educandos estão inseridos para uma educação reflexiva e problematizadora, buscando pensamento crítico para pleno exercício da cidadania (FREIRE, 1987; FREIRE, 1996).

A Tabela 2 apresenta as publicações na temática de petróleo para o ensino de química do ENEQ. Neste evento foi encontrado mais publicações na temática de petróleo para o ensino de Química, além delas envolverem uma maior variedade conteúdos como: métodos de separação de misturas e conceitos de química orgânica, como fórmulas estruturais de hidrocarbonetos e interações intermoleculares (BORGES *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2004)

Outras publicações da ENEQ exploram as reações de combustíveis e a problemática de poluição atmosférica de chuva ácida. As questões ambientais também são

discutidas, como vazamento de petróleo em praias brasileiras em 2019 e contextualização do tema de combustíveis fósseis com questões socioeconômicas no Nordeste e greve dos caminhoneiros de 2018 (JARDIM *et al.*, 2016; MIGUEL *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2010).

Tabela 2. Publicações no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) no eixo temático de petróleo.

Artigo	Autores	Ano	Teoria de Aprendizagem ou Referencial pedagógico
Petróleo: tema para o ensino de química utilizando aulas do TC2000	Cecília D. Silva, Gerson S. Mól	2004	-
Petróleo Como Tema Motivador Para O Ensino de Química	Márcia Narcizo Borges, Paulo César O. Carvalho	2008	-
Proposição de Uma Estratégia de Contextualização na Aula de Química: O Petróleo do Pré-sal como Temática.	Renato G. Santos, Karla A.P. Field's, Anna M.C. Benite	2010	-
O petróleo como tema sócio-científico no ensino de química com enfoque CTS	Thais de Cássia Oliveira, Pedro Miranda Junior	2014	Ênfase Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)
Utilização de recursos didáticos para construir aulas motivadoras a partir do tema Vazamentos de Petróleo associado ao conteúdo químico Misturas	Rafaella Santos Coutinho, Maria Clara Pinto Cruz, Lenalda Dias dos Santos	2014	-
Petróleo e Seus Derivados: Uma Articulação Com Quatro Estratégias Para Ensino Contextualizado Do Tema Hidrocarbonetos	Danilo de Jesus, Neurivaldo José de Guzzi Filho, Reinaldo da Silva Gramacho	2014	-
Júri simulado: Uma atividade lúdica para promover a contextualização em sala de aula.	Isabel do Nascimento Silva, Ranayanne Suylane Pereira Campos, Kleyton de Oliveira Lima	2014	-
Petróleo- Uma Unidade de Aprendizagem desenvolvida no Subprojeto do PIBID/Química Edital 2009 da UEL	Camila Lopes Bazo, Willian Ridequi Messias Kodama, Fabiele Cristiane Dias Broietti	2014	-
O petróleo e hidrocarbonetos no cotidiano: uma alternativa de materiais didáticos utilizados nas aulas de química do ensino médio.	Carla Barbosa Jardim, Patrícia das Dores Silva, Maria das Dores Pereira dos Santos, Aline Nogueira Silva Santiago	2016	-
A Pergunta do Aluno como subsídio para elaboração de uma Sequência Didática sobre o tema Petróleo	Thais A. L. Oliveira, Fernanda C. S. Silva, Fernanda I. Matos, Murillo S. Silva, Marcelo P. da Silveira	2016	Freire e Faundez Método Jigsaw de Aprendizagem Cooperativa
Desenvolvendo habilidades argumentativas com alunos da 3ª série do Ensino Médio a partir da Experimentação Investigativa.	Priscila Brasil Augusto de Souza; Sidilene Aquino de Farias; Rosane dos Santos Bindá	2018	-
Estratégias de leitura aplicadas à textos de divulgação científica para abordar o vazamento de petróleo nas praias do nordeste	Débora Cristina Araújo Miguel, Verenna Barbosa Gomes, Roberto Ribeiro da Silva	2020	Ênfase Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)

Entretanto, novamente poucas publicações do ENEQ fundamentaram a prática educativa em referenciais teórico-metodológicos. Entre esses referenciais encontrados foram ênfase Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), Freire e Faundez e método Jigsaw de Aprendizagem Cooperativa

O referencial de Freire e Faundez se baseia nos conceitos estudados na escola partirem da realidade do aluno para proporcionar compreensão do mundo. Com isso, alinha-se as características gerais da pedagogia freiriana de educar para conhecer e intervir no mundo. Já o Método Jigsaw de Aprendizagem Cooperativa constrói o conhecimento por

atividades realizadas em grupos que trabalham juntos e trocam informações. Dessa maneira, busca uma maior autonomia e protagonismo do educando no processo educacional, sendo uma metodologia ativa (OLIVEIRA *et al.*, 2016; MORAN, 2018).

Já a ênfase CTS articula o conhecimento científico com os problemas da sociedade para buscar soluções para a construção de uma educação humanística. A evolução dessa perspectiva inclui a questão de meio ambiente para ressaltar as relações da questão ambiental com a qualidade de vida da sociedade, sendo Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) (SANTOS, 2008; FERNANDES *et al.*, 2018).

O movimento CTS que está comprometida com a discussão sobre educação científica e democracia, ou seja, é uma visão de educação para formação da cidadania. Assim, as ideias do ensino CTS se aproximam da pedagogia freiriana (SANTOS, 2008; VIVELA; SELLES, 2020). Como o petróleo apresenta grandes transversalidades com questões ambientais, políticas e socioeconômicas, norteia discussões importantes da ciência e tecnologia que impactam a sociedade o que dialoga com enfoque CTS.

Adicionalmente, muitas publicações justificaram que o uso da temática do petróleo promoveria uma aprendizagem mais significativa por estar presente no cotidiano do aluno, mas sem vincular a teorias de aprendizagem.

Como a temática de petróleo pressupõe uma forte contextualização com o cotidiano do aluno, pode motivar o aluno e estimular sua predisposição em aprender. Essa condição é importante para Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel que também pode fundamentar o uso do tema de petróleo para ensino de química (BEBER; PINO, 2019).

Na Teoria de Ausubel, a construção de um novo conhecimento é resultado da interação entre um conhecimento prévio específico com uma nova informação. A aprendizagem depende de se atribuir um significado a um novo conhecimento de forma a incorporá-lo numa estrutura cognitiva já existente. Os conhecimentos prévios relevantes para a estrutura cognitiva de aquisição do novo conhecimento são chamados de subsunçores ou ideia-âncora (SILVA, 2020).

As condições necessárias para a aprendizagem significativa na TAS de Ausubel são a presença do subsunçor adequado, a predisposição para aprender e um material potencialmente significativo (SILVA, 2020). Desse modo, a Teoria de Ausubel fundamenta a importância de se integrar os saberes prévios dos estudantes à prática docente e de estratégias para motivar o aluno, levando a predisposição em aprender. Essa perspectiva mostra a importância de currículos narrativos em Ciências, que visam integrar conteúdos científicos a outros saberes para aprendizagem significativa (SANTOS, 2009; BEBER; PINO, 2019; SOUSA *et al.*, 2018).

A compreensão das teorias de aprendizagem possibilita ao docente conhecer os fatores relevantes para a construção de novos conhecimentos. Desse modo, o docente pode refletir sobre sua prática pedagógica e desenvolver metodologias ou estratégias de ensino adequadas para que ocorra a aprendizagem (BEBER; PINO, 2019).

Como o petróleo é um assunto vinculado à realidade do aluno há conhecimentos prévios na sua estrutura cognitiva para aprendizagem significativa. Com isso, necessário que o professor escolha um recorte de conteúdo do tema adequado que motive o educando a aprender, além de elaborar materiais com potencial de promover a aprendizagem dos conceitos. Essa perspectiva mostra a importância de currículos narrativos em Ciências, que visam integrar conteúdos científicos a outros saberes para aprendizagem significativa (SANTOS, 2009).

Uma das estratégias que podem ser usados para a aprendizagem significativa são os mapas conceituais. O mapeamento conceitual ajuda a identificar e organizar as estruturas cognitivas dos estudantes de forma a favorecer a aprendizagem significativa. Desse modo, o mapa conceitual ajuda a organizar e sistematizar os diferentes saberes, auxiliando o aluno a perceber as relações entre os seus conhecimentos prévios e os conhecimentos científicos (BEBER; PINO, 2019).

O segmento de petróleo envolve conhecimentos químicos que se entrelaçam com questões ambientais, geopolíticas e socioeconômicas. Nesse sentido, atividades de elaboração de mapas conceituais sobre petróleo têm grande potencial para uma aprendizagem significativa nas aulas de química, sendo pouco explorada na literatura do ensino de química.

4. Considerações Finais

O ensino de Ciências compreende a uma forma de intervenção no mundo, ou seja, de transformação social e a educação está inserida em um contexto social e não pode estar dissociada da realidade do educando. Nesse sentido, as ações pedagógicas para um ensino de química crítico são fundamentais para a construção de indivíduos autônomos, capazes de compreender a realidade e interagir com o mundo que vivem.

O petróleo é um tema gerador e contextualizador com grande potencial para aprendizagem de conhecimentos químicos e para uma educação crítica para exercício da cidadania. Para isso, o docente de Química pode planejar ações na sua prática educativa que potencializem a aprendizagem de conceitos, problematizando o conteúdo para educação crítica em ciências.

Uma revisão da literatura de ensino de química mostra que a temática de petróleo é ainda utilizada de forma superficial sem uma dimensão social adequada e com práticas educativas muitas vezes dissociadas de referências teórico-metodológicas de ensino e aprendizagem.

O estudo sistematizou os referenciais pedagógicos associados ao uso de petróleo nas aulas de químicas, concluindo que a Teoria de Aprendizagem Significativa pode contribuir para fundamentar a importância da temática na prática educativa. A Teoria de Aprendizagem Significativa fundamenta a importância de se integrar os saberes populares e conhecimentos científicos na prática docente de modo a tornar o ensino mais significativo, construindo novos conhecimentos.

Logo, o professor deve pensar em estratégias e recursos para motivar o aluno e estimular sua predisposição em aprender, além de elaborar materiais com potencial para promover aprendizagem. Nessa abordagem, os mapas conceituais são um exemplo de estratégia para sistematizar esses os conhecimentos de diferentes áreas e promover a evolução conceitual dos estudantes.

Agradecimentos

Gratidão ao Grupo Interdisciplinar de Educação, Eletroquímica, Saúde, Ambiente e Arte (GIEESAA) e Grupo Interinstitucional e Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão em Ciências (GIMEnPEC).

Referências

BATISTA, A.; FARIA, F. L.; BRONDANI, P. B. A Química do Petróleo: a utilização de vídeos para o ensino de Química no nível médio. **Química Nova na Escola**, v. 43, n.3, p. 237-245, 2020.

BEBER, S. Z. C.; PINO, J. C. Mapas conceituais, saberes populares e aprendizagem significativa: referenciais para o ensino de química. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, v. 9, n. 4, 2019.

BORGES, M. N.; CARVALHO, C. O. Petróleo como tema motivador para o ensino de química. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 14, 2008. Curitiba. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2008.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 24 out. 2023.

BAZO, C. L.; KODAMA, R. M.; BROIETTI, F. C D. Uma Unidade de Aprendizagem desenvolvida no Subprojeto do PIBID/Química Edital 2009 da UEL. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 17, 2014. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2014.

BOCK, A. M. B.; FURTADO, O.; TEIXEIRA, M. L. **Psicologias: uma introdução ao estudo da Psicologia**. 13^o edição. São Paulo: Saraiva, 2001.

CÔRTES, G. M. Em 15 anos, pré-sal da Petrobras produz 5,5 bilhões de barris de petróleo e supera México, Noruega e Nigéria. *Jornal do Brasil*, 1. set. 2023. Disponível em: <https://www.jb.com.br/economia/2023/09/1045732-em-15-anos-pre-sal-da-petrobras-produz-55-bilhoes-de-barris-de-petroleo-e-supera-mexico-noruega-e-nigeria.html>. Acesso em 24 out. 2023.

COUTINHO, R. S.; CRUZ, M. C. P. C. Utilização de recursos didáticos para construir aulas motivadoras a partir do tema Vazamentos de Petróleo associado ao conteúdo químico Misturas. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 17, 2014. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2014.

GOMES, A. C. L. Refino de Petróleo. In: ANTUNES, S. Setores da Indústria Química. Rio de Janeiro, E-papers, 2007.

CHASSOT, A. I. Nossos três interrogantes capitais. In: CHASSOT, A. I. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 1993. Cap. 3. p.37-55.

DAZZANI, M.; CORREIA, P. R.M.; OLIVEIRA, P. V.; MARCONDES, M. E. R. Explorando a Química na Determinação do Teor de Álcool na Gasolina. **Química Nova na Escola**, n.10, novembro 1999.

FERNANDES, I. M. B.; PIRES, D; M.; DELGADO-IGLESIAS, J. Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. **Ciênc. Educ.**, v. 24, n. 4, p. 875-890, 2018.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 11ª edição. São Paulo: Paz e Terra, 1987.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Global Energy Review 2020**. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020>. Acesso em: 24 out. 2023.

JARDIM, C. B; SILVA, P. D.; SANTOS, M. D. P.; SANTIAGO, A. N. S. S. O petróleo e hidrocarbonetos no cotidiano: uma alternativa de materiais didáticos utilizados nas aulas de química do ensino médio. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 18, 2016. Florianópolis. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2016.

JESUS, D.; GUZZI FILHO, J; GRAMACHO, R. S. Petróleo e Seus Derivados: Uma Articulação Com Quatro Estratégias Para Ensino Contextualizado do Tema Hidrocarbonetos. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 17, 2014. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2014.

KIOURANIS, N. M. M.; SILVEIRA, M. P. Combustíveis: uma abordagem problematizadora para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 1, p. 68-74, 2017.

MARIA, L. C.; AMORIM, M. C. VEIGA; AGUIAR, M. R. M. P.; SANTOS, Z. A. M.; CASTRO, P. S. C. B. Petróleo: um tema para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, n.15, 2002.

MIGUEL, D. C. A.; GOMES, V. B.; SILVA, R. R. Estratégias de leitura aplicadas à textos de divulgação científica para abordar o vazamento de petróleo nas praias do nordeste. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 20, 2020. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2020.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. IN: BACICH, L; MORAN, J. (orgs). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. Porto Alegre: Penso, 2018.

OLIVEIRA, T. C.; MIRANDA JUNIOR, P. O petróleo como tema sócio-científico no ensino de química com enfoque CTS. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 17, 2014. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2014.

OLIVEIRA, T. A. L.; SILVA, F. C. S.; MATOS, F. I. M.; BINDÁ, R.S. A Pergunta do Aluno como subsídio para elaboração de uma Sequência Didática sobre o tema Petróleo. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 18, 2016. Florianópolis. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2016.

PETROBRAS. Entenda o que é a Margem Equatorial Brasileira e do que se trata o licenciamento solicitado ao Ibama. Disponível em: <https://agencia.petrobras.com.br/pt/negocio/entenda-o-que-e-a-margem-equatorial-brasileira-e-do-que-se-trata-o-licenciamento-solicitado-ao-ibama-31-05-2023>. Acesso em: 24 out. 2023.

PRÄSS, A. R. **TEORIAS DE APRENDIZAGEM**. Monografia – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SANTOS, Ana Lúcia Cardoso dos. **Didática para a licenciatura: subsídios para a prática de ensino**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2009.

SANTOS, W. L. P. S. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.1, p. 109-131, mar. 2008.

SANTOS, R. G.; FIELD'S, K. A. P.; BENITE, A. M. C. Proposição de Uma Estratégia de Contextualização na Aula de Química: O Petróleo do Pré-sal como Temática. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 15, 2010. Brasília. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2010.

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

SILVA, I. N; CAMPOS, R. S. P.; OLIVEIRA, K. Júri simulado: Uma atividade lúdica para promover a contextualização em sala de aula. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 17, 2014. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2014.

SILVA, C. D.; MÓL, G. S. Petróleo: tema para o ensino de química utilizando aulas do TC2000. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 12., 2004. Goiânia. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2009.

SOUSA, C. O.; SILVANO, A. M.; LIMA, I. P. Teoria da aprendizagem significativa na prática docente. **Revista Espacios**, v.39, n.23, 2018.

SOUZA, P. B. A.; FARIAS, S. A.; BINDÁ, R. S. Desenvolvendo habilidades argumentativas com alunos da 3ª série do Ensino Médio a partir da Experimentação Investigativa. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 19, 2018. Rio Branco. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2018.

THOMAS, J. E. **Fundamentos de engenharia de petróleo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

VIVELA, M. L.; SELLES, S. E. É possível uma Educação em Ciências crítica em tempos de negacionismo científico? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1722-1747, dez. 2020.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v.23, n.2, p.84-91, maio 2013.

APÊNDICE

Artigo de revisão da temática de petróleo da disciplina de Química XII.



USING PETROLEUM IN TEACHING OF CHEMISTRY

O USO DE PETRÓLEO NO ENSINO DE QUÍMICA

Bruna Cabral Araujo

Priscilla Tamiasso-Martinhon

Célia Sousa

*Abstract: The chemistry teaching shall be related to students' realities in order to make them engage in classes. For that matter, the oil and gas theme present a great usage potential in the chemistry classes to promote learning once its production chain involves several physicochemical processes, resulting in many different products on students' daily lives. However, the inclusion of the topic of oil in chemistry classes still presents obstacles such as the high complexity of the subject and lack of teacher training in the area. The revision of *Química Nova*, *ENEQ* and *SIMPEQUI* magazines' basic teaching literature indicates among the main themes approached in classrooms using petroleum are organic functions, chemical bonding, polarity and solubility and phase separation. The difficulty of using oil in chemistry teaching is even greater for upstream activities than for downstream activities since the refining, distribution and commercialization segment is closer to students' daily lives. Therefore, the present work provided an overview of the oil industry, addressing its history, formation, classification, exploration, production and refining of oil to support future pedagogical actions involving the topic of oil in chemistry classes.*

Keywords: Education; Petroleum. Teaching of chemistry.

Resumo: O ensino de química deve estar associado à realidade dos alunos de forma a engajar os alunos nas aulas. Nesse sentido, a temática de petróleo apresenta um grande potencial de uso nas aulas de química para promover aprendizagem uma vez que sua cadeia produtiva envolve diversos processos físico-químicos, gerando diversos produtos no cotidiano ao aluno. Entretanto, a inserção do tema de petróleo nas aulas de química ainda apresenta obstáculos como alta complexidade do assunto e baixa capacitação dos professores na área. A revisão da literatura do ensino de bases da Revista Química Nova, ENEQ e SIMPEQUI indica entre as principais temáticas abordadas em sala de aula com uso do petróleo são funções orgânica, ligações químicas, polaridade e solubilidade e separação de fases. A dificuldade de uso do petróleo no ensino de química é ainda maior para as atividades *upstream* do que para as atividades *downstream* uma vez que o segmento refino, distribuição e comercialização está mais próximo do cotidiano discente. Portanto, o presente trabalho proporcionou um panorama sobre a indústria de petróleo de modo, abordando sua história, formação, classificação, exploração e produção e refino do petróleo para subsidiar futuras ações pedagógicas envolvendo o tema de petróleo nas aulas de química.

Palavras-Chave: Educação; Petróleo; Ensino de Química.

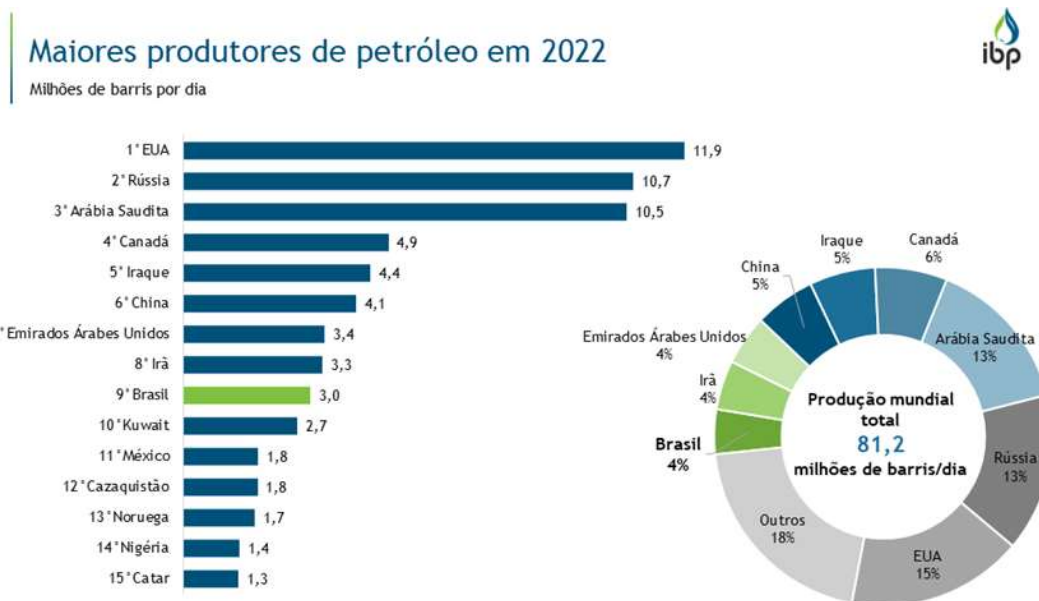
1 INTRODUÇÃO

O ensino de química abrange temas complexos e aparentemente distantes do cotidiano discente, o que dificulta o engajamento dos alunos nas aulas. Nesse contexto, a temática do petróleo se relaciona com variados conteúdos de química, além de apresentar uma forte contextualização com o cotidiano do aluno. Desse modo, é um assunto com

grande potencial para atrair o interesse dos alunos e estimular sua participação no processo de ensino e aprendizagem (BATISTA *et al.*, 2020; KIOURANIS *et al.*, 2017).

O petróleo é uma de energia fóssil e não renovável que corresponde a quase 30% das fontes de energia da matriz energética mundial e 35,7% da matriz energética brasileira (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2023; INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2020). Além disso, o Brasil foi o nono maior produtor de petróleo do mundo em 2022, como apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Maiores Produtores de petróleo em 2022.

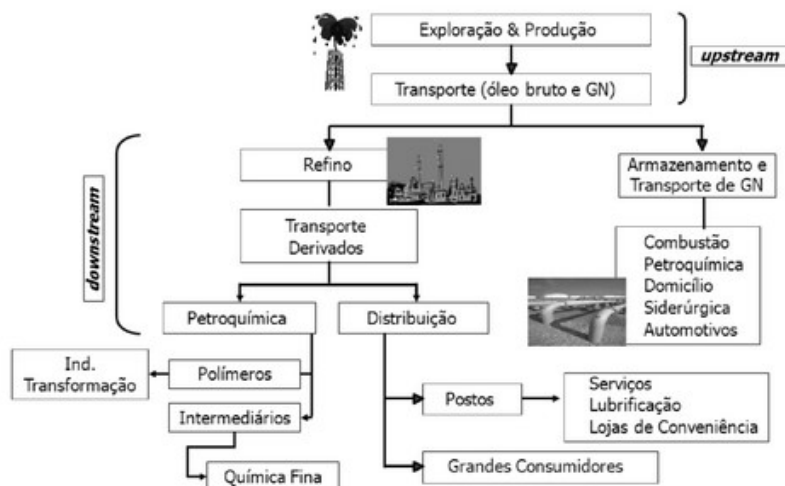


Fonte: Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (2023).

O petróleo é constituído por uma mistura de hidrocarbonetos e no seu estado líquido é uma substância oleosa chamado de óleo cru menos densa que a água e de cor variando entre o negro e castanho-claro. Na forma gasosa, é denominado gás natural e na forma sólida é chamado de xisto. O segmento de refino de petróleo, distribuição e comercialização dos derivados de petróleo é conhecida como atividades *downstream*. Já as atividades *upstream* envolvem a exploração e a produção do petróleo (E&P), além do transporte (GOMES, 2007).

A exploração, produção, transporte e refino do petróleo envolve uma grande variedade de processos físico-químicos, gerando derivados como combustíveis e insumos para as indústrias químicas e de transformação, como apresentado na Figura 2 (THOMAS, 2004; GOMES, 2007).

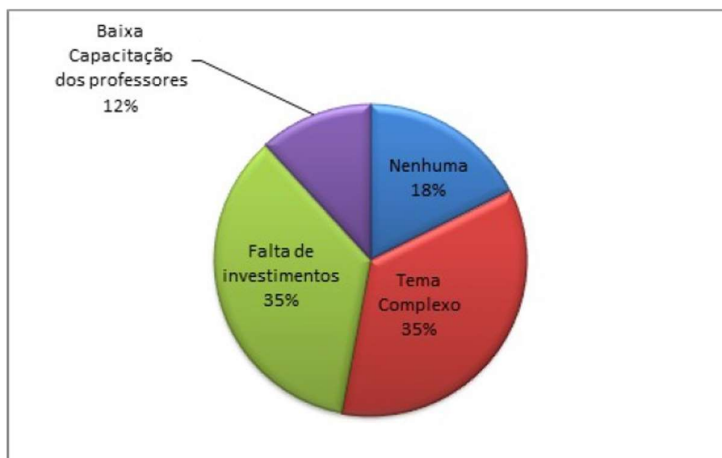
Figura 2 – Esquema da cadeia produtiva do petróleo.



Fonte: GOMES, 2007.

No entanto, o tema de petróleo apresenta uma dificuldade de inserção no ensino de química. Entre os obstáculos para uso do tema está a sua complexidade, falta de investimento e baixa capacitação de professores segundo um levantamento realizado entre os alunos de licenciatura em química da Universidade do Estado do Pará apresentado na Figura 3 (BUZA *et al*, 2011).

Figura 3 – Dificuldades de inserção do tema de petróleo no ensino de química.



Fonte: BUZA *et al*. (2011).

Nesse cenário, é fundamental uma revisão sobre a origem, exploração e produção de petróleo para subsidiar intervenções pedagógicas com a temática de petróleo, especialmente de sua exploração e produção.

2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS E REFERENCIAIS TEÓRICOS

Como a temática de petróleo pressupõe uma forte contextualização com o cotidiano do aluno, pode aumentar o interesse do aluno nas aulas o que estimula seu engajamento para aprender. A pré-disposição condição é importante para Teoria de Aprendizagem

Significativa de Ausubel que é um dos referenciais teóricos que embasam o uso do petróleo como tema gerador ou contextualizador nas aulas de química (GOMES; GARCIA, 2015; SILVA, 2020).

Na Teoria de Ausubel, a construção de um novo conhecimento é resultado da interação entre um conhecimento prévio específico com uma nova informação. A aprendizagem depende de se atribuir um significado a um novo conhecimento de forma a incorporá-lo numa estrutura cognitiva já existente. Os conhecimentos prévios relevantes para a estrutura cognitiva de aquisição do novo conhecimento são chamados de subsunçores ou ideia-âncora (SILVA, 2020).

Desse modo, as condições necessárias para a aprendizagem significativa na TAS de Ausubel são a presença do subsunçor adequado, a predisposição para aprender e um material potencialmente significativo (SILVA, 2020). Desse modo, a Teoria de Ausubel fundamenta a importância de se integrar os saberes prévios dos estudantes à prática docente e de estratégias para motivar o aluno, levando a predisposição em aprender (BEBER; PINO, 2019; SOUSA *et al.*, 2018).

A importância de se considerar os saberes prévios dos alunos também está alinhada a pedagogia freiriana que se opõe à transmissão de um conteúdo programático “pronto” que Freire chamava de educação bancária. Nesse sentido, a pedagogia freiriana ressalta a importância do ensino estar vinculado a realidade que os educandos estão inseridos para uma educação reflexiva e problematizadora, buscando pensamento crítico para pleno exercício da cidadania (FREIRE, 1987; FREIRE, 1996).

Essa visão de educação para formação da cidadania da perspectiva freiriana se aproxima das ideias do movimento CTS. A ênfase CTS articula o conhecimento científico com os problemas da sociedade para buscar soluções para a construção de uma educação humanística. A evolução dessa perspectiva inclui a questão de meio ambiente para ressaltar as relações da questão ambiental com a qualidade de vida da sociedade, sendo chamada de Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). A ênfase CTSA é a evolução da perspectiva CTS que ressalta as relações da questão ambiental com a qualidade de vida da sociedade (FERNANDES *et al.*, 2018; SOUZA *et al.*, 2019; SANTOS, 2008).

Nesse contexto, a pedagogia freiriana e o perspectiva CTSA também fundamentam o uso do petróleo como tema contextualizador na publicação “A Gasolina Como Estratégia Facilitadora no Ensino de Hidrocarbonetos” que aborda questões relacionadas a adulteração da gasolina. A ênfase CTSA é a evolução da perspectiva CTS que ressalta as relações da questão ambiental com a qualidade de vida da sociedade (FERNANDES *et al.*, 2018; SOUZA *et al.*, 2016).

Além disso, a Teoria de Aprendizagem de Ausubel é compatível com outras teorias de aprendizagem, como a de desenvolvimento cognitivo de Piaget e a sociointeracionista de Vigotski. Para Piaget, a aquisição de conhecimentos também depende de certas estruturas cognitivas e da relação do sujeito com o objeto em um processo interacional conhecido como adaptação. A assimilação consiste em incorporar objetos do mundo exterior a esquemas mentais preexistentes e a acomodação é a alteração das estruturas cognitivas para modificar conhecimentos prévios (BOCK *et al.*, 2020; PRÄSS, 2008).

Já na teoria vigotskiana, chamada de Teoria Histórico-Cultural (THC), a aprendizagem está relacionada à interação com o mundo e à apropriação do conhecimento externo de forma particular em um processo conhecido como internalização. Dessa forma, enfatiza-se a importância da interação social e da ferramenta cultural no processo de cognição. Além dos conceitos de interação e internalização, a THC envolve a mediação e zona de desenvolvimento proximal (ZDP) no processo de desenvolvimento cognitivo e aprendizagem (BOCK *et al.*, 2001, PRÄSS, 2008).

A ZDP é a distância entre a zona de desenvolvimento real em que o indivíduo resolve sozinho um problema e a zona de desenvolvimento potencial que o indivíduo soluciona problema com orientação de alguém. Nesse contexto, a mediação é uma estratégia de ensino que fornece suporte individual ao aprendiz na ZDP. Na teoria de desenvolvimento cognitivo e aprendizagem de Vigotski, o professor assume a posição de mediador do processo de aprendizagem, sendo o condutor, o estimulador e o avaliador da aprendizagem em sala de aula (BOCK *et al.*, 2001).

Portanto, pode-se indicar como referenciais teóricos do uso do petróleo no ensino de química a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel, a Teoria Histórico-Cultural (THC) de Vigotski, a pedagogia freiriana e a ênfase CTS e CTSA. A compreensão das teorias de aprendizagem é importante para a compreensão dos fatores relevantes para a construção de novos conhecimentos de modo a subsidiar a prática docente no processo de ensino e aprendizagem.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho desenvolveu uma revisão da tema do petróleo no ensino de química a partir de uma pesquisa descritiva qualitativa em diferentes bases de conhecimento do ensino de química para avaliar referenciais teórico-metodológicos do uso da temática de petróleo nas aulas de química. Nesse contexto, foram utilizadas três bases de conhecimento: Revista Química Nova na Escola, anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e anais do Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI).

As palavras chaves utilizadas na busca de artigos e publicações foram “petróleo”, “combustíveis” e “gasolina”. O uso específico dos termos “combustíveis” e “gasolina” se justifica uma vez que os derivados do petróleo estão muito presentes no cotidiano discente, por isso mais abordados na prática docente. No caso do ENEQ e SIMPEQUI, foi realizado um recorte temporal de 2002 até os dias atuais em congruência com a disponibilidade de anais digitais desses eventos. Adicionalmente, foi verificado se a publicação se baseava em alguma teoria de aprendizagem ou referencial pedagógico que justificasse a ação pedagógica proposta.

Nessa conjuntura, foi analisado os conteúdos de químicas abordados nas publicações no tema de petróleo para aprendizagem de química. Dessa forma, pode-se mapear os conceitos de químicas na temática de petróleo mais relevantes no ensino de química. Adicionalmente, foi realizada uma revisão do tema de petróleo dos segmentos do *downstream* ao *upstream* para verificar novas abordagens potenciais da temática em sala de aula.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os resultados de artigos encontradas na Revista Química Nova na Escola que abordam a composição de petróleo para aulas de química orgânica e experimentos. Além disso, é comum o uso de exemplos de combustíveis como derivados de petróleo e conceitos de solubilidade pelo experimento de teor de álcool na gasolina comum (BATISTA *et al.*, 2020; DAZZANI *et al.*, 2003; KIOURANIS, 2017; MARIA *et al.*, 2002).

Tabela 1 - Publicações na Química Nova na Escola (QNEsc) no eixo temático de petróleo.

Artigo	Autores	Ano	Conteúdos abordados
Petróleo: um tema para o ensino de química	Luiz Claudio de Santa Maria, Marcia C. Veiga Amorim, Mônica R. Marques Palermo de Aguiar, Zilma A. Mendonça Santos, Paula Salgado C.B. Gomes de Castro e Renata G. Balthazar	2002	Estudo de hidrocarbonetos (principalmente alcanos), propriedades físicas das substâncias (ponto de ebulição e solubilidade) e processo de separação de misturas líquidas (destilação simples e fracionada).
Explorando a química na determinação do teor de álcool na gasolina	Melissa Dazzani, Paulo R.M. Correia, Pedro V. Oliveira e Maria Eunice R. Marcondes	2003	Experimento no desenvolvimento de conceitos associados à análise qualitativa e quantitativa no Ensino Médio, de maneira que o aluno consiga estabelecer relações entre propriedades físicas, como solubilidade e densidade, e a sua utilização no processo de identificação e quantificação de substâncias.
Combustíveis: Uma abordagem problematizadora para o ensino de Química	Neide M. M. Kiouranis e Marcelo Pimentel da Silveira	2017	Propriedades necessárias para um bom combustível e o uso de massa de modelar para compreender a relação existente entre a composição e disposição dos átomos em uma molécula com o seu poder energético
A Química do Petróleo: a utilização de vídeos para o ensino de Química no Nível Médio	Allana Batista, Fernanda L. Faria e Patrícia B. Brondani	2020	Composição Química do petróleo e dos seus derivados, os processos pelos quais ele passa e sua importância econômica e biocombustíveis.

Fonte: Própria Autoria (2023).

A Além disso, foram trabalhadas as reações de combustões e a problemática de poluição atmosférica de chuva ácida de combustíveis. Por fim, as questões socioeconômicas também foram discutidas na publicações como a greve dos caminhoneiros de 2018 e questões ambientais da E&P de petróleo como vazamento de petróleo em praias brasileiras em 2019 (JARDIM *et al.*, 2016; MIGUEL *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2010).

apresenta as publicações na temática de petróleo para o ensino de química do ENEQ. Neste evento foi encontrado mais publicações na temática de petróleo para o ensino de Química, além delas envolverem uma maior variedade conteúdos entre eles: métodos de separação de misturas e conceitos de química orgânica, como fórmulas estruturais de hidrocarbonetos e interações intermoleculares (BORGES *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2004)

Além disso, foram trabalhadas as reações de combustões e a problemática de poluição atmosférica de chuva ácida de combustíveis. Por fim, as questões socioeconômicas também foram discutidas na publicações como a greve dos caminhoneiros de 2018 e questões ambientais da E&P de petróleo como vazamento de petróleo em praias brasileiras em 2019 (JARDIM *et al.*, 2016; MIGUEL *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2010).

Tabela 2 - Publicações no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) no eixo temático de petróleo.

Artigo	Autores	Ano	Conteúdos abordados
Petróleo: tema para o ensino de química utilizando aulas do TC2000	Cecília D. Silva, Gerson S. Mól	2004	Métodos de separação e conceitos da química orgânica, como hidrocarbonetos, cadeias carbônicas, fórmulas estruturais etc. Também serão introduzidos os conceitos de ligações duplas e triplas
Petróleo Como Tema Motivador Para O Ensino de Química	Márcia Narcizo Borges, Paulo César O. Carvalho	2008	Química Orgânica: estrutura, hidrocarbonetos, propriedades físicas, solubilidade, separações de mistura, interações intermoleculares, geometria e isomeria funções orgânicas e reações

Proposição de Uma Estratégia de Contextualização na Aula de Química: O Petróleo do Pré-sal como Temática.	Renato G. Santos, Karla A.P. Field's, Anna M.C. Benite	2010	Tipos e métodos de separação de misturas, soluções, substâncias e misturas, propriedades do carbono, química orgânica, reações de combustão e poluição do ar, chuva ácida e reações químicas) através da problemática da substituição dos combustíveis não renováveis por renováveis, abordando os combustíveis utilizados em nosso cotidiano, tais como: gasolina, álcool, óleo diesel e o biodiesel, considerando as vantagens e desvantagens do seu uso e produção com relação ao meio ambiente, a economia mundial e a sociedade como um todo
O petróleo como tema sócio-científico no ensino de química com enfoque CTS	Thais de Cássia Oliveira, Pedro Miranda Junior	2014	Produção e usos sociais dos combustíveis fósseis
Utilização de recursos didáticos para construir aulas motivadoras a partir do tema Vazamentos de Petróleo associado ao conteúdo químico Misturas	Rafaella Santos Coutinho, Maria Clara Pinto Cruz, Lenalda Dias dos Santos	2014	Integrar o Ensino de Química à vida cotidiana do aluno, enfatizando a Educação Ambiental utilizando como tema transversal "Vazamento de Petróleo" associado ao conteúdo químico denominado misturas, partindo da experimentação ligada a questões ambientais e cotidianas
Petróleo e Seus Derivados: Uma Articulação Com Quatro Estratégias Para Ensino Contextualizado Do Tema Hidrocarbonetos	Danilo de Jesus, Neurivaldo José de Guzzi Filho, Reinaldo da Silva Gramacho	2014	Propriedades físicas como densidade, ponto de ebulição e miscibilidade dos hidrocarbonetos em água, além das interações intermoleculares e a polaridade de suas moléculas
Júri simulado: Uma atividade lúdica para promover a contextualização em sala de aula.	Isabel do Nascimento Silva, Ranayanne Suylane Pereira Campos, Kleyton de Oliveira Lima	2014	Promover um debate em sala de aula e trabalhar conteúdos atitudinais tendo como tema a implantação de plataformas petrolíferas no litoral nordestino
Petróleo– Uma Unidade de Aprendizagem desenvolvida no Subprojeto do PIBID/Química Edital 2009 da UEL	Camila Lopes Bazo, Willian Ridequi Messias Kodama, Fabiele Cristiane Dias Broietti	2014	Abordagem do conceito de hidrocarbonetos, o funcionamento de uma torre de petróleo que usa a técnica de destilação fracionada, retomou-se os conceitos de massa molecular e ponto de ebulição.
O petróleo e hidrocarbonetos no cotidiano: uma alternativa de materiais didáticos utilizados nas aulas de química do ensino médio.	Carla Barbosa Jardim, Patrícia das Dores Silva, Maria das Dores Pereira dos Santos, Aline Nogueira Silva Santiago	2016	Compostos orgânicos nas suas estruturas e fórmulas gerais com exemplos e identificações deles nos vários derivados do petróleo que estão presentes no seu dia a dia.
A Pergunta do Aluno como subsídio para elaboração de uma Sequência Didática sobre o tema Petróleo	Thais A. L. Oliveira, Fernanda C. S. Silva, Fernanda I. Matos, Murillo S. Silva, Marcelo P. da Silveira	2016	Hidrocarbonetos e estar em destaque no cenário nacional devido a sua importância socioeconômica e as discussões sobre os escândalos na Petrobrás, a greve dos caminhoneiros e a consequente alta no preço dos combustíveis, assuntos em evidência no início do ano de 2015.
Desenvolvendo habilidades argumentativas com alunos da 3ª série do Ensino Médio a partir da Experimentação Investigativa.	Priscila Brasil Augusto de Souza; Sidilene Aquino de Farias; Rosane dos Santos Bindá	2018	Composição da gasolina e experimento.
Estratégias de leitura aplicadas à textos de divulgação científica para abordar o vazamento de petróleo nas praias do nordeste	Débora Cristina Araújo Miguel, Verenna Barbosa Gomes, Roberto Ribeiro da Silva	2020	Vazamento de petróleo em praias brasileiras ocorrido em 2019 para diálogo sobre questões políticas, sociais e econômicas, além do aumento do nível de compreensão do conhecimento das ciências envolvidos nos fatos.

Fonte: Própria Autoria (2023).

A Tabela 3 apresenta as publicações na temática de petróleo para o ensino de química do Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI). No SIMPEQUI, foram encontradas mais publicações na temática de petróleo para o ensino de Química do que nas bases de pesquisa anteriores.

Tabela 3 - Publicações do Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI) no eixo temático de petróleo.

Artigo	Autores	Ano	Conteúdos abordados
Petróleo e interdisciplinaridade nas ciências da natureza e matemática	S. R. A. Nogueira; B. C. Machado; O. C. Alves; J. R. Soares; T. D. Santos; N. D. N. Chaves; M. M. Silva; E. S. Silva; L. J. F. Sá	2009	O Petróleo no Mundo, O Petróleo no Brasil, O Petróleo no Rio de Janeiro, O Petróleo e os Problemas Ambientais

Artigo	Autores	Ano	Conteúdos abordados
Os combustíveis e a educação em química	C.C. Silva; R.F. Silveira; K.A.P. Lacerda	2010	Atividade prática simples que consiste em quantificar o teor de etanol em amostras de gasolina e discutir temas científicos e econômicos.
Utilização do fracionamento cromatográfico de petróleo como ferramenta para ensino de química-transposição de conhecimentos na área de petróleo, biocombustíveis e biomassa: interação universidade/escola	G. Oliveira Montenegro; M. Hall; M. Uarthe Grimmer; G. R.betemp; M.R. Alves Rodrigues; M.I. Melecchi; E.Caramão; P.J. Sanches Filho	2013	A caracterização de amostras de Petróleo utilizando o método SARA (saturados , aromáticos, resinas e asfaltenos) foi utilizada como instrumento para motivação e atualização de conhecimentos na área de química de forma contextualizada e crítica.
Aula prática para a caracterização de contaminações petrogênicas de hidrocarbonetos no meio ambiente. Projeto de transposição de conhecimentos na área de petróleo, biocombustíveis e biomassa: Interação universidade/escola	G. Montenegro Oliveira; M. Uarthe Grimmer; G. R.betemps; M.R. Alves Rodrigues; E. M.I. Melecch; Caramão; P.J.Sanches Filho	2013	Adsorção, polaridade, funções orgânicas, extrações, preparo de amostras etc.)
Petróleo: descobertas, transformações e impactos	M.J.S.Souza; A. J. M. Filho; J.S. Silva	2013	Petróleo – origem, refino, craqueamento, principais produtos da indústria petroquímica, Carvão Mineral, Metano, Gás Natural, Xisto Betuminoso e Biogás
Petróleo: uma abordagem dos hidrocarbonetos no ensino de química	Rosielen Santos xAVIER, Célia Maria Serrão Eleutério, Orielma Teixeira Marinho, Ademilson Nunes da Silva, Patrícia Freitas Moraes, Moyses Melo da Silva, Rita Silva Vieira, Samara Lima Garcia	2015	Funções Orgânicas aos alunos do Ensino Médio, a importância e à aplicação de hidrocarbonetos através do Petróleo e seus derivados.
O uso integrado de simulações computacionais – TIC's com experimentos demonstrativos: uma proposta de ensino de química a partir da temática combustíveis/poluição ambiental	André Taschetto Gomes, Isabel Krey Garcia	2015	Combustíveis, poder calorífico e fatores de poluição
Ensino da corrosão do setor de petróleo e gás por meio de resolução de problemas aplicado aos licenciandos em química	Kelly Santana Lima, Erivanilde Lopes Silva, Victor Hugo Vitorino Sarmento, Maria Clara Pinto Cruz	2015	Corrosão em tubulações de petróleo.
Concepções da temática dos combustíveis fósseis e alternativos através da aplicação de estratégias didáticas com enfoque CTS	Wilka Vale, Sandra Souza	2015	Combustíveis fósseis e alternativos.
A Gasolina Como Estratégia Facilitadora no Ensino de Hidrocarbonetos	Michele dos Santos Souza, Domingos Neto Santos Souza, Darlinda Dias Monteiro	2016	Determinação do teor alcoólico da gasolina foram utilizados algumas amostras de postos de combustíveis da cidade.
Explorando os conceitos químicos no ensino médio a partir da gasolina brasileira	Darling Katiuscia de Goes Borges, Katiuscia dos Santos de Souza, Silvia Costa de Oliveira	2017	Teste da proveta e cálculo de densidade.
O teor de álcool na gasolina por métodos teóricos e experimentais abordado com alunos do ensino médio	Vicente Silva Lima, Lindsey Bianca Araújo Fialho, Geraldo Narciso Rocha Filho, J.R.C Machado	2018	Ligações químicas, polaridade, densidade e separação de fases quando conectados com práticas experimentais.
Experimentação com tema motivador calorimetria de combustíveis para alunos do ensino	Lohrene de Lima da Silva, Pedro Luiz Aranzate Dias, Júlia Maria Lima Pinheiro, Erica Xavier de Oliveira, Adriana dos Santos Lages	2018	Petróleo e as fontes energéticas renováveis e realizando o experimento “Determinação do teor de álcool na gasolina”
O uso de seminários educativos sobre biocombustíveis para a construção de uma consciência ecológica nos alunos do 1º ano do ensino médio da escola de ensino fundamental e médio centro dos retalhistas do município de Fortaleza-CE	Airton Marques da Silva, Suely de Oliveira Apolonio	2018	Biocombustíveis, produzidos à base de plantas energéticas, como é o caso do milho, dos cereais, das beterrabas açucareiras e das plantas oleaginosas.
O uso de TIC na contextualização do tema combustíveis no Ensino de Química	Cynthia Diniz de Almeida, Jussara Lopes de Miranda	2018	Combustíveis, em especial, biodiesel para ser contextualizada e utilizada no desenvolvimento de um aplicativo elaborado por alunos do ensino médio profissionalizante, que pode ser

Artigo	Autores	Ano	Conteúdos abordados
			disponibilizado em smartphones ou computadores.
A acidez e a alcalinidade na água associada ao petróleo	Thiago Trajano Farias, Victor Oliveira, Danielly Vieira Lucena, Antonio José Ferreira Gadelha, Clarice Oliveira Rocha	2019	Acidez da água produzida (AP) que é a água retida nas formações subterrâneas, trazida à superfície juntamente com petróleo, durante as atividades de produção.
Aula experimental sobre o teor de álcool na gasolina com alunos concluintes no curso de petróleo e gás	Maria Aparecida Matias Macedo, Syane Marcelle Mendes Miranda, Sara Rainara Almeida Andrade, Danielly Vieira Lucena, Clarice Oliveira Rocha	2019	Ligações polares e apolares que influenciam a solubilidade do álcool na gasolina.

Fonte: Própria Autoria (2023).

No SIMPEQUI, foram encontradas mais publicações na temática de petróleo para o ensino de Química do que nas bases de pesquisa anteriores. Nessas publicações, o petróleo foi tema gerador ou contextualizador de questões econômicas e ambientais da sociedade, associando-se a conteúdos de funções orgânica, ligações químicas, polaridade e solubilidade e separação de fases (LIMA *et al.*, 2018; MACEDO *et. al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2015; SANTOS *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2018; SILVEIRA; LACERDA, 2010; SOUZA *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

NO SIMPEQUI, os biocombustíveis foram abordados nas publicações “O uso de seminários educativos sobre biocombustíveis para a construção de uma consciência ecológica nos alunos do 1º ano do ensino médio da escola de ensino fundamental e médio centro dos retalhistas do município de Fortaleza-CE” e “O uso de TIC na contextualização do tema combustíveis no Ensino de Química” (ALMEIDA; MIRANDA, 2018; SILVA; APOLONIO, 2018).

Também se destaca a publicação “a acidez e a alcalinidade na água associada ao petróleo” que elucida q questão da acidez da água produzida (AP). A AP é a água retida nas formações subterrâneas, trazida à superfície juntamente com petróleo, durante as atividades de produção (FARIAS *et al.*, 2019).

Com isso, verificou-se que de forma geral as propostas pedagógicas encontradas na revisão da literatura de ensino de química apresentam predominantemente um enfoque nos derivados de petróleos, como combustíveis automotivos. Dessa maneira, contextualizando-se com o ensino de grupos funcionais em química orgânica ou de ligações químicas, polaridade e solubilidade através de experimentos como o teor de álcool na gasolina.

Assim, a maior parte dos conteúdos de química mapeados estão relacionados ao segmento de refino de petróleo e distribuição de seus derivados. Com isso, verificou-se que poucas publicações na literatura de ensino de química estavam relacionadas as atividades de exploração e produção do petróleo.

Portanto, a análise qualitativa de publicações nas Revista Química Nova, ENEQ e SIMPEQUI indica que os entraves para abordagem do petróleo no ensino de química são ainda maiores para as atividades de exploração e produção do petróleo do que as atividades de refino e distribuição. Nesse cenário, é fundamental elaborar uma revisão sobre a cadeia de petróleo para subsidiar intervenções pedagógicas com a temática de petróleo, especialmente de sua exploração e produção.

4.1 Breve Histórico

O petróleo já era conhecido desde a Antiguidade em muitas regiões do oriente médio onde estava contido em reservatórios subterrâneos, aflorando a superfície e formando poças de uma substância negra denominada betume. O petróleo também era conhecido por outros nomes, como azeite, asfalto, lama, óleo de rocha (GAUTO, 2016; MARIA *et al.*, 2002)

No Egito, o petróleo teve grande importância na iluminação, na impermeabilização de moradias, na construção das pirâmides e no processo de mumificação. Em 1853, na era moderna, foi descoberto uma forma de produzir querosene a partir do petróleo, surgindo a primeira refinaria de petróleo em 1856 na Polônia. O querosene rapidamente substituiu o óleo de baleia como principal combustível para lâmparas. Desse modo, ocorreu uma elevação da demanda de querosene que impulsionou a busca para se encontrar novas fontes de petróleo, especialmente nos Estados Unidos (GAUTO, 2016; MARIA *et al.*, 2002).

Nessa conjuntura, o americano Edwin L. Drake após várias tentativas de perfuração encontrou petróleo a uma profundidade de 21 metros no estado da Pensilvânia, sendo esse poço considerado o primeiro poço petrolífero dos Estados Unidos (Figura 4). A partir da perfuração desse primeiro poço petrolífero, houve uma caça ao petróleo por milhares de pessoas em busca do “ouro negro” para se tornarem ricas. Com o crescimento das áreas de exploração e produção de petróleo, algumas empresas surgiram com destaque para as “Sete Irmãs”, grupos de empresas que dominaram a atividade petrolífera até meados do século XX. Muitas dessas empresas permanecem até hoje na indústria de petróleo, como *Exxon Mobil*, *Royal Dutch Shell* e *British Petroleum* (BP) (D’ALMEIDA, 2015; GAUTO, 2016; MARIA *et al.*, 2002)

Figura 4 – Drake e o primeiro poço de petróleo dos Estados Unidos.



Fonte: GAUTO (2016).

No Brasil, o petróleo foi descoberto em um poço em Lobato no Recôncavo Baiano, perto de Salvador, a uma profundidade de 210 metros em 1939. A Figura 5 apresenta o anúncio da descoberta do jornal GLOBO da época (PEYERL, 2017; RIBEIRO, 2023).

Figura 5 – Reportagem sobre a descoberta do petróleo no Brasil em 1939.



Fonte: PEYERL (2017).

Após a campanha nacionalista “O Petróleo é Nosso” (Figura 6), o presidente Getúlio Vargas assina a lei nº 2004 e cria a Petrobras em 3 de outubro de 1953, instituindo o monopólio estatal da exploração, refino e transporte do petróleo. Em 1997, a lei 9.478 revoga o monopólio da Petrobras e cria Agência Nacional do Petróleo, que atualmente se chama Agência Nacional de Petróleo e Biocombustíveis (ANP) (PEYERL, 2017; RIBEIRO, 2023).

Figura 6 – Campanha “O Petróleo é Nosso”.



Fonte: GAUTO (2016).

4.2 Formação e Classificação do Petróleo

O petróleo é o resultado de um longo processo natural decorrente da decomposição de matéria orgânica de restos de vegetais, de algas, de alguns tipos de plâncton e de restos de animais que se depositaram no fundo de lagos e mares, sendo lentamente cobertos por sedimentos. Essa matéria orgânica sofreu reações químicas complexas a altas pressões e temperatura formando o petróleo que é uma mistura complexa de hidrocarbonetos

gasosos, líquidos e sólidos. Dessa forma, o petróleo pode ser encontrado apenas em bacias sedimentares, associado a água e gás natural (GAUTO, 2016; BATISTA *et al.*, 2020)

O petróleo é constituído majoritariamente de apenas dois elementos, carbono e hidrogênio, conforme apresentado na Tabela 4. Porém, possui uma grande variedade de estruturas moleculares, podendo ser classificado de várias formas, conforme sua qualidade e características físico-química.

Tabela 4 – Composição elementar do petróleo.

Elemento	Teor em massa (%)
Carbono	83 a 87
Hidrogênio	10 a 14
Enxofre	0,05 a 6
Nitrogênio	0,1 a 2
Oxigênio	0,05 a 1,5
Metais (Fe, Ni, V, etc.)	<0,3

Fonte: GAUTO (2016).

Nesse contexto, pode-se ser classificado como: de classe parafínica com 75% ou mais de parafinas, de classe parafínica naftênica com 50-70% de parafinas e mais de 20% de naftênicos, de classe naftênica com mais de 70% de naftênicos, de classe aromática intermediária com mais de 50% de hidrocarbonetos aromáticos, de classe aromática-naftênica com mais de 35% de naftênicos e de classe aromática-asfáltica com mais de 35% de asfaltenos e resinas (GAUTO, 2016; THOMAS, 2004).

O petróleo também pode ser classificado dependendo do teor de enxofre em: petróleos azedos, petróleos doces e petróleos “semidoces” ou “semiácidos”. Os petróleos azedos têm percentual de enxofre superior a 2,5%, apresentando valor comercial reduzido devido a problemas associados ao seu refino como corrosão. Já os petróleos doces têm teor de enxofre inferior a 0,5% e os petróleos “semidoces” ou “semiácidos” tem teor de enxofre situado na faixa intermediária (GAUTO, 2016).

Por fim, os petróleos também pode ser classificado de acordo com sua densidade mesurada pelo ° API, medida estabelecida pelo *American Petroleum Institute* (API) que é calculado a partir da densidade do óleo. Quanto maior o valor ° API, mais leve é o óleo (D’ALMEIDA, 2015; GAUTO, 2016). A Tabela 5 apresenta a classificação dos petróleo de acordo com seu ° API onde d é a densidade do óleo em g/cm³.

$$^{\circ}API = \frac{141,5}{densidade^{15,6^{\circ}C}} - 131,5$$

Tabela 5 – Classificação de petrolos com °API.

Classificação	°API
Petróleos extraleves	≥40
Petróleos leves	Entre 33 e 40
Petróleos médios	Entre 27 e 33
Petróleos pesados	Entre 19 e 27
Petróleos extrapesados	Entre 15 e 19
Petróleos asfálticos	<15

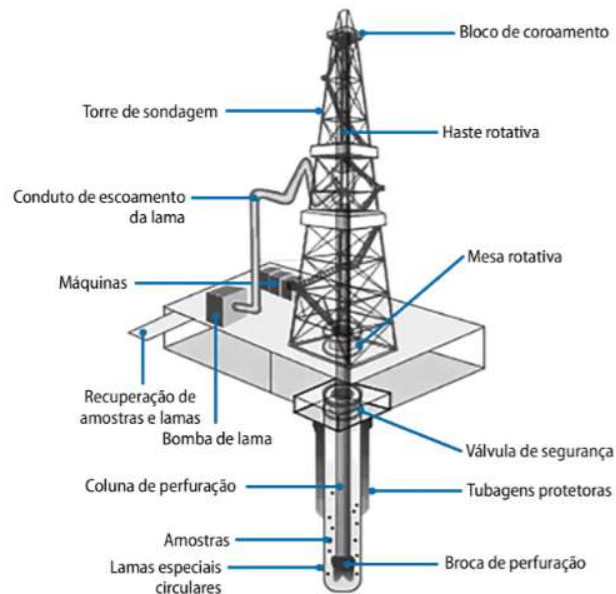
Fonte: GAUTO (2016).

4.3 Exploração e Produção do Petróleo

A cadeia do petróleo se inicia com as atividades de exploração e produção. A exploração envolve a descoberta e delimitação de reservatórios de petróleo. A produção por sua vez trata da operação de estações terrestres (*onshore*) ou plataformas marítimas (*offshore*) (MARIA *et al.*, 2002).

Após a descoberta das reservas de petróleo, a próxima etapa é a perfuração que pode confirmar ou não a descoberta. A etapa ocorre por meio de uma sonda, que é um equipamento formado por diversas estruturas que trabalham em conjunto para o poço ser perfurado, conforme mostrado na Figura 7 (GAUTO, 2016; MARIA *et al.*, 2002).

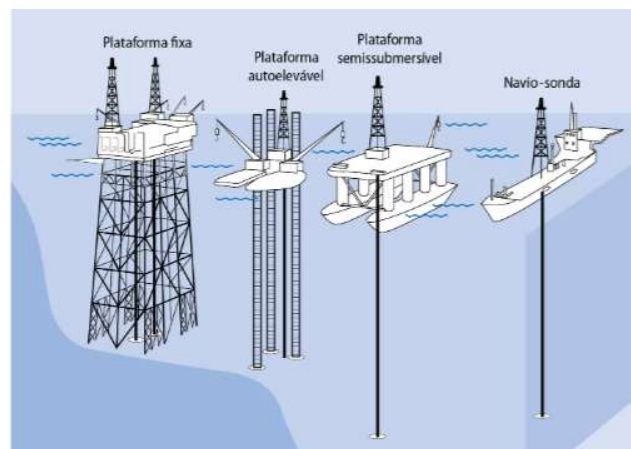
Figura 7 – Esquema de uma torre de perfuração terrestre.



Fonte: GAUTO (2016).

Já as sonda marinhas podem ser fixas ou móveis. As sondas fixas são as sondas de plataformas em locais de baixa lâmina d'água. As sondas móveis são as sondas que podem ser movidas de um lugar para o outro, permitindo diferentes locações, sendo as do tipo plataforma autoelevável, semissubmersível (SS) e navio-sonda, conforme mostrado na Figura 8 (GAUTO, 2016).

Figura 8 – Tipos de plataformas para perfuração de poços.



Fonte: GAUTO (2016).

A perfuração também envolve etapas de revestimento do poço e cimentação, sendo a etapa final a completação do poço. A completação é a preparação do poço para produzir,

consistindo na instalação de equipamentos no interior e exterior do poço de petróleo para controle de vazão dos fluidos, aquisição de dados, controle de produção de areia e elevação artificial (GAUTO, 2016).

4.3.1 Mecanismos de Produção do Petróleo

Os fluidos do reservatório do petróleo devem dispor de uma quantidade de energia para serem produzidos para vencer a resistência dos canais porosos e se deslocar para os poços de produção (THOMAS, 2004). A quantidade de óleo retirada somente devido a energia natural do reservatório é chamada recuperação primária (ROSA *et al*, 2006).

Essa produção dos fluidos ocorre principalmente devido à descompressão natural do sistema e ao deslocamento de um fluido por outro fluido. Nesse contexto, a produção de um reservatório pode ocorrer segundo três mecanismos: mecanismo de gás em solução, mecanismo da capa de gás e mecanismo de influxo de gás. No mecanismo de gás em solução, a produção ocorre em função da expansão do gás que estava inicialmente dissolvido no óleo. Já o mecanismo da capa de gás ocorre em reservatórios que há acúmulo de gás nas partes mais altas que forma uma capa de gás acima do óleo que migra para ocupar o lugar do óleo que é produzido. Por fim, o mecanismo de influxo de água é resultado de um influxo de água que vai deslocar mais óleo para o poço de produção, além de manter pressão do reservatório (GAUTO, 2016).

4.3.2 Métodos de Recuperação de Petróleo

De forma, a manter a pressão no reservatório é necessário a suplementação dessa energia primária com uma energia transferida artificialmente para a jazida. Sendo assim, a recuperação secundária engloba as operações que resultam na produção de uma quantidade adicional de óleo além da obtida pela recuperação primária (ROSA *et al*, 2006).

Os métodos de recuperação secundária do petróleo apresentam um fator de recuperação médio de 30%, ou seja, 70% da quantidade de petróleo de um reservatório não pode ser produzida pelos métodos convencionais (THOMAS, 2004; ROSA *et al*, 2006). Dentre os métodos convencionais de recuperação secundária, a injeção de água do mar é o mais empregado para manutenção de pressão dos reservatórios de petróleo, principalmente, em instalações de produção *offshore* (BADER, 2007).

Entretanto, a água do mar, por conter alta concentração de sulfato, apresenta incompatibilidade química com a água da formação do reservatório que apresenta na sua composição os elementos bário, estrôncio e cálcio. Desse modo, a mistura desses fluidos pode levar um soluto a atingir seu produto de solubilidade, precipitando no interior da rocha reservatório, prejudicando a varredura e, conseqüentemente, a recuperação de petróleo (DAVIS; MCELHINEY, 2002).

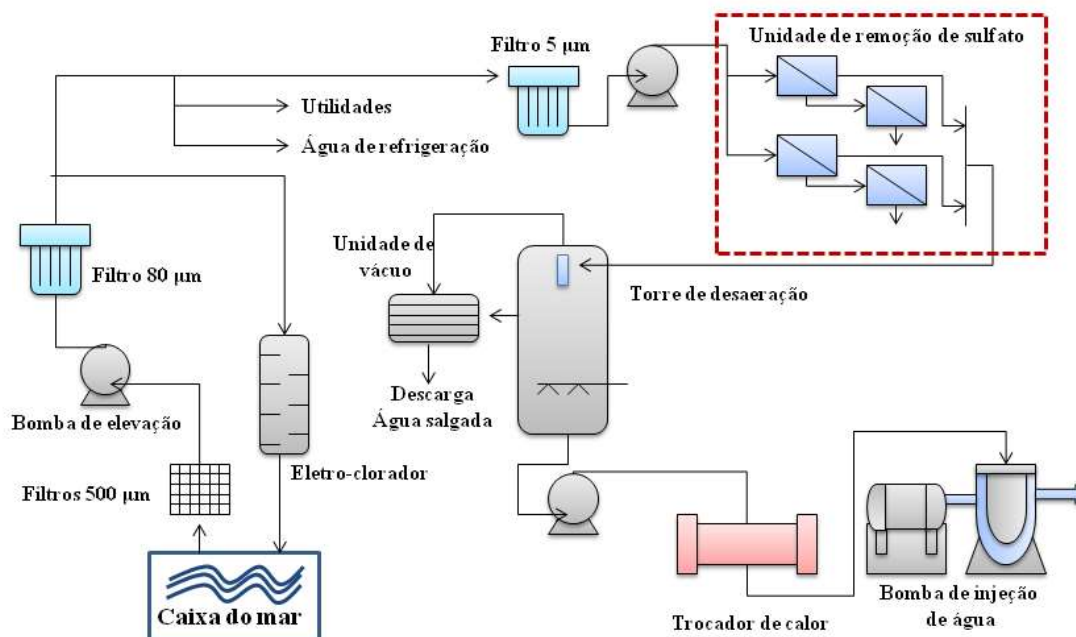
Além disso, a injeção de água com alta concentração de sulfato também contribui para a acidificação biogênica dos reservatórios (*souring*) através da produção de H₂S por bactérias redutoras de sulfato. Nesse sentido, a remoção do sulfato da água do mar é uma das etapas do tratamento da água de injeção para o reservatório (DAVIS; MCELHINEY, 2002).

Nesse cenário, a aplicação de membranas poliméricas de nanofiltração (NF) para remoção de sulfato da água do mar se tornou amplamente utilizada para o controle do potencial de incrustação e mitigação de *souring* em reservatórios de petróleo (DAVIS; SOUTHWELL, 2006). As NF apresentam propriedades de transição entre a ultrafiltração e osmose inversa, como rejeição de cloreto de sódio tipicamente entre 20-80%. Por outro

lado, as membranas de NF podem mostrar rejeição acima de 99% (BAKER, 2004; HABERT *et al.*, 2006).

Sendo assim, a NF é empregada nas plataformas offshore nas Unidades de Remoção de Sulfato (URS) para assegurar que os poços de injeção e produção permaneçam livres de incrustações de bário e estrôncio (BADER, 2007; DAVIS; MCELHINEY, 2002). Uma planta típica de tratamento da água do mar para injeção em poços para recuperação secundária é apresentada na Figura 9.

Figura 9 – Tratamento de água do mar para injeção de água em reservatórios de petróleo.



Fonte: NICOLINI (2017).

4.3.3 Processamento Primário do Petróleo

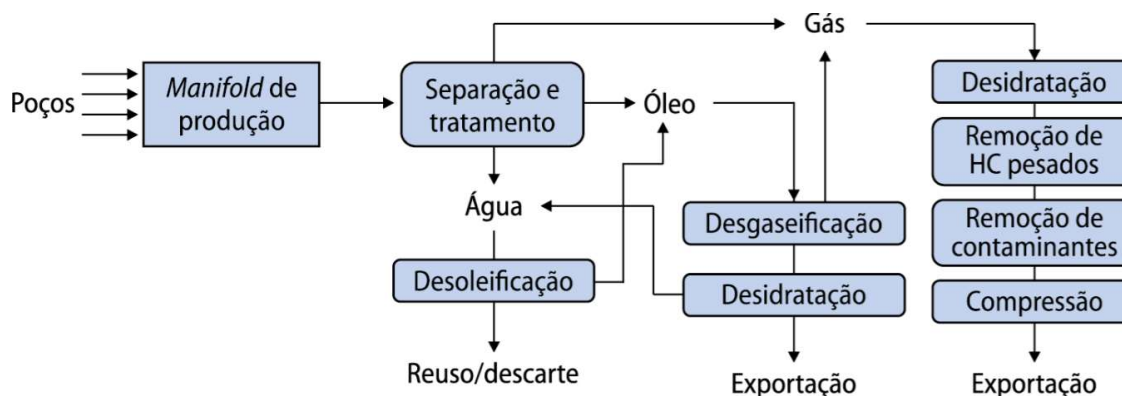
O óleo bruto produzido chega à superfície e é coletado por intermédio de dutos e tratados em estação coletoras para os campos terrestre (*onshore*) ou em unidades estacionárias de produção (UEPs), também conhecidas como plataformas de produção para os campos marítimos (*offshore*) para passar por um processamento primário. As UEPs podem ser do tipo fixas, semissubmersíveis e FPSO (*Floating Production Storage and Offloading*). Os FPSOs são navios com capacidade para processar e armazenar o petróleo, além de prover sua transferência (GAUTO, 2016; THOMAS, 2004).

Durante o percurso do reservatório até a superfície, o óleo e a água formam uma emulsão do tipo água em óleo. As emulsões são dispersões de líquidos imiscíveis, ou parcialmente miscíveis, termodinamicamente instáveis e estabilizadas por tensoativos. No caso da produção de petróleo, há a presença de agentes emulsificantes, como asfaltenos e resinas que são parte da composição do petróleo (THOMAS, 2004).

O processamento primário do petróleo deve promover a separação do óleo, gás e água, tratar ou condicionar os hidrocarbonetos para que o óleo possa ser transferido para as refinarias e o gás para as unidades de processamento de gás natural (UPGNs) e tratar a água separada do petróleo, chamada de água produzida, para descarte dentro dos parâmetros da legislação ambiental ou reinjeção nos poços (GAUTO, 2016).

A Figura 10 mostra de forma simplificada os processos envolvidos no processamento do óleo e do gás nas unidades de produção.

Figura 10 – Processamento primário do petróleo nas unidades de produção.



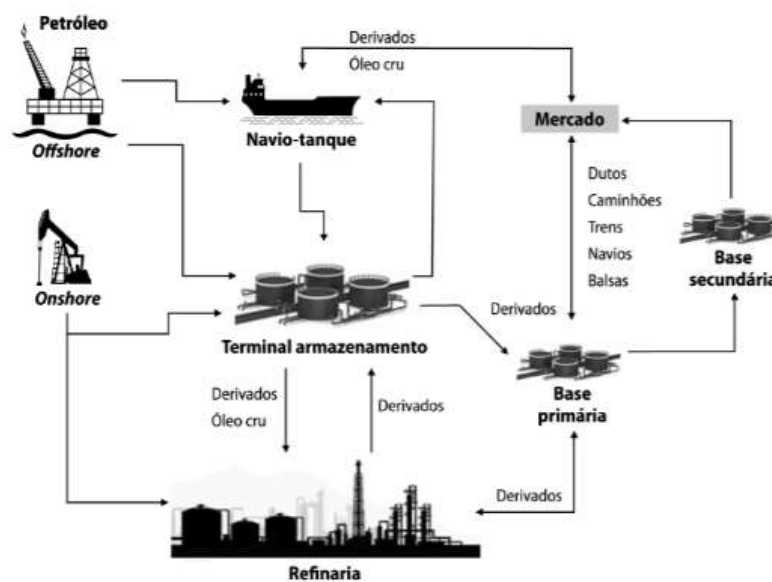
Fonte: GAUTO (2016).

O óleo é tratado para enquadrar o teor de água, sais e sedimentos (*Basic Sediment and Water*, BS&W) que pode variar de 0,5% a 1%, além de requisitos de pressão de vapor para armazenamento seguro para posterior transporte às refinarias ou terminais. A salinidade do óleo é outro requisito que precisa controlado, com variação de 250 mg/L e 560 mg/L a depender do destino (GAUTO, 2016; THOMAS, 2004).

Já o tratamento do gás envolve sua desidratação, remoção de hidrocarbonetos pesados, remoção de contaminantes e ajuste da pressão. A remoção de contaminantes do gás, como gás sulfídrico (H₂S), visa evitar corrosão nas tubulações. A remoção de água evita a formação de hidratos, que causam obstrução nas tubulações. Por fim, a água produzida deve atender um limite de óleo disperso para ser descartada, que é o teor de óleo e graxas (TOG) de 29 mg/L (GAUTO, 2016, BRASIL, 2007).

Após a etapa de produção, o petróleo é transportado por meio de dutos e navios para os terminais, onde são armazenados. O petróleo é então transferido para as refinarias para processamento e obtenção dos seus derivados, conforme mostrado na Figura 11 (GAUTO, 2016; MARIA *et al.*, 2002).

Figura 11 – Logística do petróleo para refinaria e terminais.



Fonte: GAUTO (2016).

4.4 Refino do Petróleo

O refino se refere ao processamento do petróleo para se obter seus inúmeros derivados, como o gás liquefeito de petróleo (GLP), a gasolina, o querosene de aviação (QAV) e óleo diesel. Para compatibilizar o tipo de petróleo com o mercado de derivados, cada refinaria é construída um conjunto de unidades, chamado esquema de refino. Nesse contexto, as refinarias devem ser projetadas conforme o tipo de petróleo a ser processado e de acordo com as demandas do mercado consumidor (GAUTO, 2016; GOMES, 2007; SZKLO; ULLER, 2008).

As unidades do esquema do refino podem ser classificadas conforme suas características comuns, sendo chamados de processo de separação, de conversão e de tratamento. Os processos de separação envolvem a separação e família de hidrocarbonetos, também chamadas de frações, com propriedades físicas comuns ou semelhantes. Nesses processos, não ocorre nenhuma modificação da estrutura química das componentes do petróleo, ou seja, não existe reação química (GOMES, 2007).

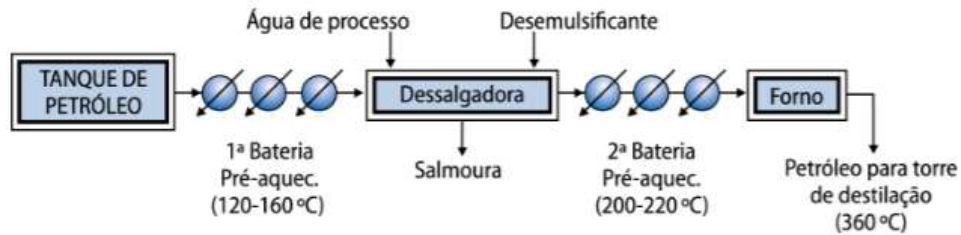
Já nos processos de conversão, as frações de hidrocarbonetos são modificadas por meio de reações químicas específicas, gerando novas famílias de hidrocarbonetos. Por fim, os processos de tratamento visam remover contaminantes presentes no óleo cru e nas suas frações derivadas através de conversões químicas (GOMES, 2007).

A composição da carga do petróleo pode variar significativamente o que torna as refinarias de petróleo sistemas complexos com múltiplas operações. Uma das operações mais importantes da refinaria é a destilação inicial do petróleo, com a consequente separação das frações de corte. A destilação envolve aquecimento, vaporização, fracionamento, condensação e resfriamento (SZKLO; ULLER, 2008).

O óleo cru possui variadas quantidades de compostos inorgânicos, como sais solúveis, areia e sedimentos. O sal encontra-se dissolvido ou na forma de sólidos suspensos na água em emulsão do petróleo com óleo cru. Essas impurezas podem causar incrustações e corrosão em equipamentos da refinaria, como os trocadores de calor. Assim, o óleo deve passar por um processo de tratamento para remoção de sais corrosivos e água antes de ser destilado na refinaria. Para isso, o óleo cru passa por um processo de dessalgação que pode ser química ou elétrica (GAUTO, 2016; SZKLO; ULLER, 2008).

Na dessalgação química, aquece-se o petróleo e se adiciona água para diluição de sais, além de um produto químico coagulante da água denominado desemulsificante. Na dessalgação elétrica também se acrescenta água para diluição de sais, mas se utiliza um campo elétrico para favorecer a coagulação e a sedimentação da fase aquosa (GAUTO, 2016; SZKLO; ULLER, 2008). Após a dessalgação, o petróleo é aquecido por uma bateria de trocadores de calor e segue o forno para atingir a temperatura de entrada da torre de destilação. A Figura 12 apresenta o caminho do petróleo até o ingresso na torre de destilação.

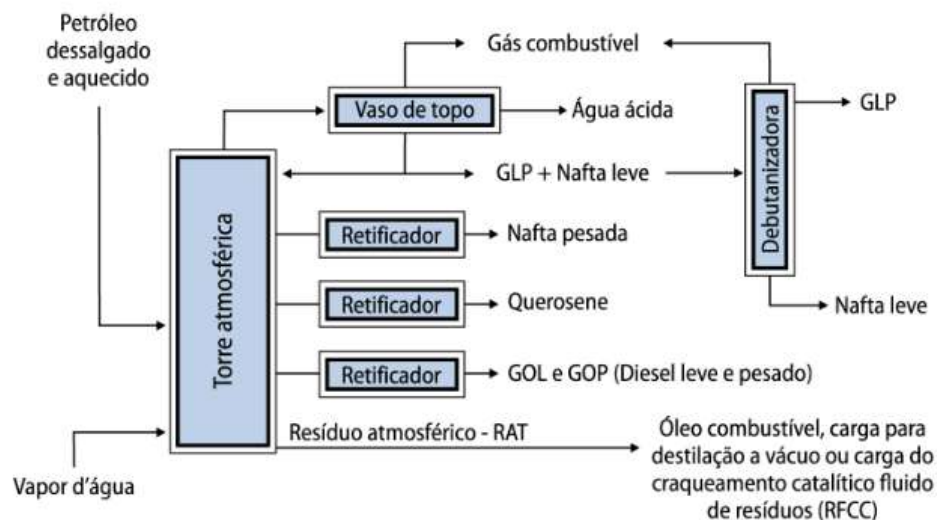
Figura 12 – Etapas de preparação do petróleo antes da destilação.



Fonte: GAUTO (2016).

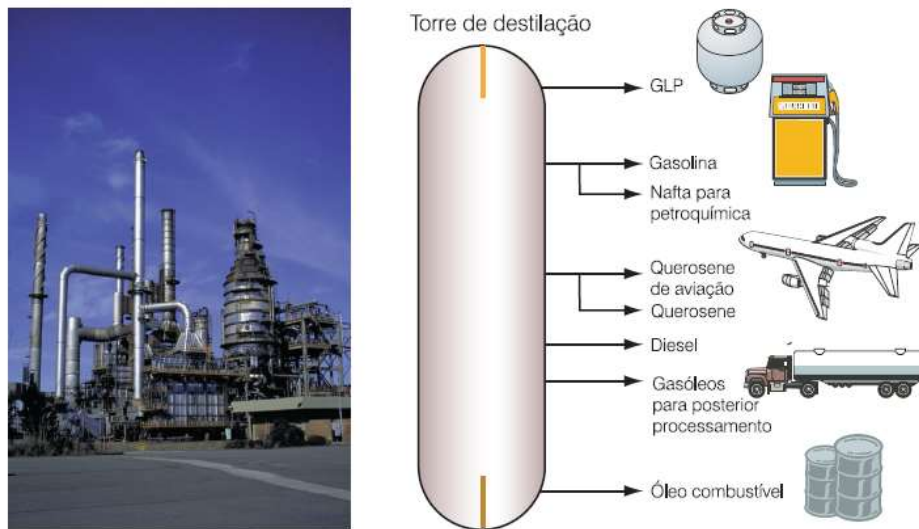
Na torre de destilação atmosférica, separam-se frações de hidrocarbonetos até 360°C, conforme apresentado pela Figura 13. As frações separadas na destilação atmosférica são: gás combustível, GLP, naftas, querosene, gasóleo leve (GOL) e pesado (GOP) que irão compor o diesel após tratamento, resíduo da destilação atmosférica (RAT). A Figura 14 apresenta torres de fracionamento na unidade de destilação de petróleo de uma refinaria e um esquema da destilação com as possibilidades de produtos que podem ser obtidos a partir do tratamento dos cortes das frações da torre.

Figura 13 – Diagrama de blocos da destilação atmosférica



Fonte: GAUTO (2016).

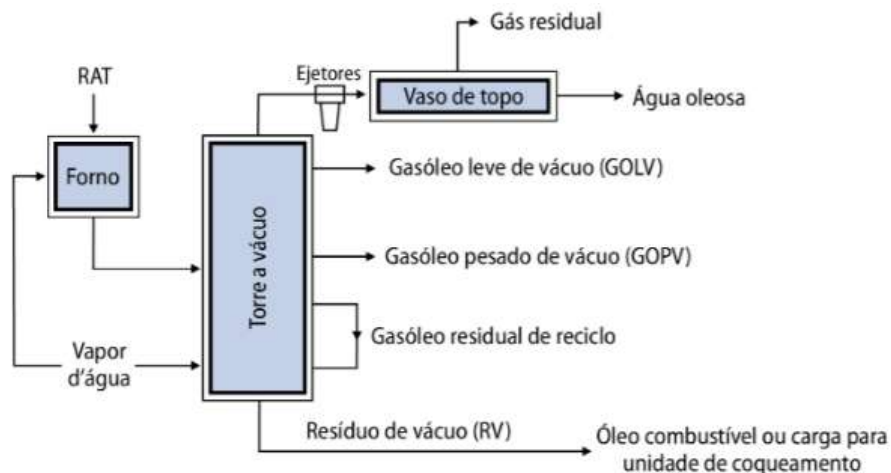
Figura 14 – Torres de fracionamento de uma refinaria e esquema da destilação do petróleo em uma torre com os diferentes produtos obtidos.



Fonte: MARIA *et al.* (2002).

O RAT segue para a destilação a vácuo (Figura 15) ou para o craqueamento catalítico fluidizado, *Residue Fluid Catalytic Cracking* (RFCC). A destilação a vácuo (trabalha com pressão reduzida, baixando a temperatura de ebulição e evitando decomposição de partes dos componentes do petróleo. Já o craqueamento catalítico transforma as frações mais pesadas em outras mais leves através da quebra de moléculas, utilizando agentes facilitadores chamados catalisadores (GAUTO, 2016; GOMES, 2007).

Figura 15 – Diagrama de blocos da destilação a vácuo

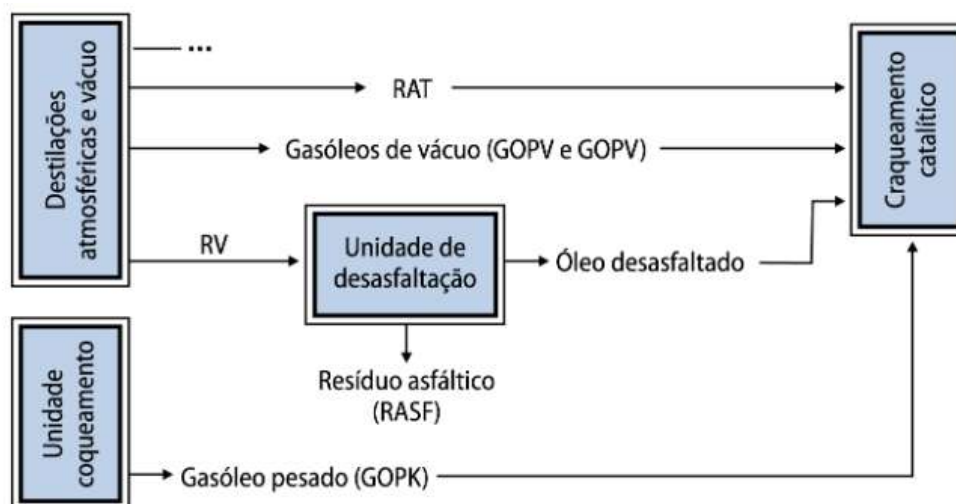


Fonte: GAUTO (2016).

O resíduo de vácuo (RV) pode seguir para unidade de desasfaltação a propano, que é um processo de extração por solventes, gerando um óleo desasfaltado que pode ser enviado para o craqueamento catalítico. O craqueamento catalítico também pode receber

gasóleo pesado proveniente do coqueamento retardado, conforme mostrado na Figura 16 (GAUTO, 2016; GOMES, 2007; SZKLO; ULLER, 2008).

Figura 16 – Cargas típicas para unidade craqueamento catalítico.



Fonte: GAUTO (2016).

O coqueamento retardado é um processo térmico não catalítico de craqueamento. O craqueamento catalítico e coqueamento retardado são chamados fundo de barril porque convertem frações pesadas em frações mais leves de maior valor agregado. Também é necessário que os derivados nesses processos passem por uma etapa de tratamento para remover contaminantes, como enxofre, nitrogênio, oxigênio e metais (GAUTO, 2016; MARIA *et al.*, 2002; SZKLO; ULLER, 2008).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O petróleo é um tema gerador e contextualizador com grande potencial para aprendizagem de conhecimentos químicos e para engajar os alunos nas aulas. A análise qualitativa de publicações nas Revista Química Nova, ENEQ e SIMPEQUI indica entre as principais temáticas abordadas em sala de aula com uso do petróleo são funções orgânica, ligações químicas, polaridade e solubilidade e separação de fases.

Apesar disso, a temática de petróleo ainda apresenta obstáculos para inserção nas aulas de química devido a sua alta complexidade e baixa capacitação continuada dos professores. Concluiu-se que os entraves para uso do petróleo no ensino de química são ainda maiores para as atividades *upstream* do petróleo do que as atividades *downstream* uma vez que o segmento refino, distribuição e comercialização está mais próximo do cotidiano discente.

Sendo assim, elaborou-se uma revisão sobre a temática de petróleo, incluindo sua história, formação, classificação, exploração e produção e refino do petróleo. Nas atividades *upstream*, o processamento primário de petróleo apresenta potencial para uso nas aulas de química, pois envolve processos de separação e atendimento de parâmetros para enquadramento das correntes de óleo, gás e água. Adicionalmente, o tratamento de água do mar para injeção de água em reservatórios de petróleo aplica muitos conceitos químicos que podem ser abordados nas aulas.

Portanto, o trabalho proporcionou um panorama sobre a indústria de petróleo de modo a disponibilizar informações para subsidiar futuras ações pedagógicas envolvendo o tema de petróleo nas aulas de química.

AGRADECIMENTOS

Gratidão ao Grupo Interdisciplinar de Educação, Eletroquímica, Saúde, Ambiente e Arte (GIEESAA) e Grupo Interinstitucional e Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão em Ciências (GIMEnPEC).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. D.; MIRANDA, J. L. O uso de TIC na contextualização do tema combustíveis no Ensino de Química. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 16, 2018. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2018.

BADER, M. S. H. (2007). Sulfate removal technologies for oil fields seawater injection operations. **Journal of Petroleum Science and Engineering**, v.55, p. 93–110, 2006.

BAKER, R. W. **Membrane Technology and Applications**. 2ª ed. California: John Wiley & Sons, 2004.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 4 nov. 2023.

BATISTA, A.; FARIA, F. L.; BRONDANI, P. B. A Química do Petróleo: a utilização de vídeos para o ensino de Química no nível médio. **Química Nova na Escola**, v. 43, n.3, p. 237-245, 2020.

BAZO, C. L.; KODAMA, R. M.; BROIETTI, F. C D. Uma Unidade de Aprendizagem desenvolvida no Subprojeto do PIBID/Química Edital 2009 da UEL. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 17, 2014. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2014.

BORGES, D. K. G.; SOUZA, K. S.; OLIVEIRA, S. C. Explorando os conceitos químicos no ensino médio a partir da gasolina brasileira. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 15, 2017. Manaus. Anais. Manaus: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2017.

BEBER, S. Z. C.; PINO, J. C. Mapas conceituais, saberes populares e aprendizagem significativa: referenciais para o ensino de química. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, v. 9, n. 4, 2019.

BORGES, M. N.; CARVALHO, C. O. Petróleo como tema motivador para o ensino de química. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 14, 2008. Curitiba. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2008.

BOCK, A. M. B.; FURTADO, O.; TEIXEIRA, M. L. **Psicologias: uma introdução ao estudo da Psicologia**. 13^o edição. São Paulo: Saraiva, 2001.

BRASIL. Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: Ministério da Educação/Imprensa Oficial, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em: 22 nov. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 393, de 8 de agosto de 2007. Dispõe sobre o descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo e gás natural, e dá outras providências. Disponível em: <https://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/conama39307.pdf>. Acesso em: 12 de nov. 2023.

CÔRTEZ, G. M. Em 15 anos, pré-sal da Petrobras produz 5,5 bilhões de barris de petróleo e supera México, Noruega e Nigéria. *Jornal do Brasil*, 1. set. 2023. Disponível em: <https://www.jb.com.br/economia/2023/09/1045732-em-15-anos-pre-sal-da-petrobras-produz-55-bilhoes-de-barris-de-petroleo-e-supera-mexico-noruega-e-nigeria.html>. Acesso em 24 out. 2023.

COUTINHO, R. S.; CRUZ, M. C. P. C. Utilização de recursos didáticos para construir aulas motivadoras a partir do tema Vazamentos de Petróleo associado ao conteúdo químico Misturas. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 17, 2014. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2014.

DAVIS, Roy A.; MCELHINEY, J. E. The Advancement of Sulfate Removal from Seawater in Offshore Waterflood Operations. **NACE International**, Houston, 2002.

DAZZANI, M.; CORREIA, P. R.M.; OLIVEIRA, P. V.; MARCONDES, M. E. R. Explorando a Química na Determinação do Teor de Álcool na Gasolina. **Química Nova na Escola**, n.10, novembro 1999.

D'ALMEIDA, A. L. **Indústria do petróleo no Brasil e no mundo: formação, desenvolvimento e ambiência atual**. São Paulo: Blücher, 2015.

FARIAS, T. T.; OLIVEIRA, V.; LUCENA, D. V.; GADELHA, A. J. F. A acidez e a alcalinidade na água associada ao petróleo. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 17, 2019. Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2019.

FERNANDES, I. M. B.; PIRES, D; M.; DELGADO-IGLESIAS, J. Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6^o ano de escolaridade. **Ciênc. Educ.**, v. 24, n. 4, p. 875-890, 2018.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25^a ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 11^a edição. São Paulo: Paz e Terra, 1987.

GAUTO, Marcelo. **Petróleo e Gás: princípios de exploração, produção e refino**. Porto Alegre: Bookman, 2016.

GOMES, A. C. L. **Refino de Petróleo**. In: ANTUNES, S. Setores da Indústria Química. Rio de Janeiro, E-papers, 2007.

GOMES, A. T.; GARCIA, I. K. O uso integrado de simulações computacionais – TIC's com experimentos demonstrativos: uma proposta de ensino de química a partir da temática combustíveis/poluição ambiental. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 13, 2015. Fortaleza. Anais. Fortaleza: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2015.

HABERT, A. C.; BORGES, C. P.; NOBREGA, R. **Processos de Separação por Membranas**. Rio de Janeiro: E-papers, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS. Maiores produtores mundiais de petróleo em 2022. Disponível em: <https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/snapshots/maiores-produtores-mundiais-de-petroleo/>. Acesso em: 24 out. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Global Energy Review 2020. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020>. Acesso em: 24 out. 2023.

JARDIM, C. B.; SILVA, P. D.; SANTOS, M. D. P.; SANTIAGO, A. N. S. S. O petróleo e hidrocarbonetos no cotidiano: uma alternativa de materiais didáticos utilizados nas aulas de química do ensino médio. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 18, 2016. Florianópolis. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2016.

JESUS, D.; GUZZI FILHO, J; GRAMACHO, R. S. Petróleo e Seus Derivados: Uma Articulação Com Quatro Estratégias Para Ensino Contextualizado do Tema Hidrocarbonetos. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 17, 2014. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2014.

KIOURANIS, N. M. M.; SILVEIRA, M. P. Combustíveis: uma abordagem problematizadora para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 1, p. 68-74, 2017.

LIMA, K. S.; SILVA, E. L.; SARMENTO, V. H. V.; CRUZ, M. C. P. Ensino da corrosão do setor de petróleo e gás por meio de resolução de problemas aplicado aos licenciandos em química. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 13, 2015. Fortaleza. Anais. Fortaleza: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2015.

LIMA, V. L.; FIALHO, L. B. A.; ROCHA FILHO, G. N.; MACHADO, J. O teor de álcool na gasolina por métodos teóricos e experimentais abordado com alunos do ensino médio. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 16, 2018. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2018.

MACEDO, M. A. M.; MIRANDA, S. M. M.; ANDRADE, S. R. A.; LUCENA, D. V.; ROCHA, C. O. Aula experimental sobre o teor de álcool na gasolina com alunos concluintes no curso de petróleo e gás. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE**

EDUCAÇÃO EM QUÍMICA, 17, 2019. Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2019.

MARIA, L. C.; AMORIM, M. C. VEIGA; AGUIAR, M. R. M. P.; SANTOS, Z. A. M.; CASTRO, P. S. C. B. Petróleo: um tema para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, n.15, 2002.

MIGUEL, D. C. A.; GOMES, V. B.; SILVA, R. R. Estratégias de leitura aplicadas à textos de divulgação científica para abordar o vazamento de petróleo nas praias do nordeste. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 20, 2020. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2020.

NICOLINI, João Victor. **Formulação da Água de Injeção por Nanofiltração para Recuperação Avançada do Petróleo**. 2017. 254p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

NOGUEIRA, S. R. A.; MACHADO, B. C.; ALVES, O. C.; SOARES, J. R.; SANTOS, T. D.; CHAVES, N. D. N.; SILVA, M. M.; SILVA, E. S.; SÁ, L.J. F. Petróleo e interdisciplinaridade nas ciências da natureza e matemática. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 7, 2010. Salvador. Anais. Salvador: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2009.

OLIVEIRA, G. M.; GRIMMLER, M. U.; BETEMPS, G. R.; RODRIGUES, M. R. A.; MELECHI, M. I.; CARAMÃO, E.; SACHES FILHO, P. J. Aula prática para a caracterização de contaminações petrogênicas de hidrocarbonetos no meio ambiente. Projeto de transposição de conhecimentos na área de petróleo, biocombustíveis e biomassa: interação universidade/escola. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 11, 2013. Manaus. Anais. Manaus: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2013.

OLIVEIRA, G. M.; HALL, M.; GRIMMLER, M. U.; BETEMPS, G. R.; RODRIGUES, M. R. A.; MELECHI, M. I.; CARAMÃO, E.; SACHES FILHO, P. J. Utilização do fracionamento cromatográfico de petróleo como ferramenta para ensino de química-transposição de conhecimentos na área de petróleo, biocombustíveis e biomassa: interação universidade/escola. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 11, 2013. Manaus. Anais. Manaus: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2013.

OLIVEIRA, T. C.; MIRANDA JUNIOR, P. O petróleo como tema sócio-científico no ensino de química com enfoque CTS. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 17, 2014. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2014.

OLIVEIRA, T. A. L; SILVA, F. C. S.; MATOS, F. I. M.; BINDÁ, R.S. A Pergunta do Aluno como subsídio para elaboração de uma Sequência Didática sobre o tema Petróleo. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 18, 2016. Florianópolis. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2016.

PEYERL, D. Surge o petróleo (1864–1941). In: **O petróleo no Brasil: exploração, capacitação técnica e ensino de geociências (1864-1968)** [online]. São Bernardo do Campo, SP: Editora UFABC, 2017, p.22-84.

PETROBRAS. Entenda o que é a Margem Equatorial Brasileira e do que se trata o licenciamento solicitado ao Ibama. Disponível em: <https://agencia.petrobras.com.br/pt/negocio/entenda-o-que-e-a-margem-equatorial-brasileira-e-do-que-se-trata-o-licenciamento-solicitado-ao-ibama-31-05-2023>. Acesso em: 24 out. 2023.

PRÄSS, A. R. **TEORIAS DE APRENDIZAGEM**. Monografia – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

RIBEIRO, J. A. **A história da Petrobras**. Rio de Janeiro: AEPET, 2023.

ROSA, Adalberto José; CARVALHO, Renato de Souza; XAVIER, José Augusto Daniel. **Engenharia de reservatórios de petróleo**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2006.

SANTOS, R. G.; FIELD'S, K. A. P.; BENITE, A. M. C. Proposição de Uma Estratégia de Contextualização na Aula de Química: O Petróleo do Pré-sal como Temática. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 15, 2010. Brasília. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2010.

SANTOS, R. S.; ELEUTÉRIO, C. M. S.; MARINHO, O. T.; SILVA, A. N.; MORAES, P; F.; SILVA, M. M.; VIEIRA, R. S.; GARCIA, S. L. . Petróleo: uma abordagem dos hidrocarbonetos no ensino de química. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 13, 2015. Fortaleza. Anais. Fortaleza: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2015.

SANTOS, W. L. P. S. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.1, p. 109-131, mar. 2008.

SILVA, A. M.; APOLONIO, S. O. O uso de seminários educativos sobre biocombustíveis para a construção de uma consciência ecológica nos alunos do 1º ano do ensino médio da escola de ensino fundamental e médio centro dos retalhistas do município de Fortaleza-CE. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 16, 2018. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2018.

SILVA, C. C.; SILVEIRA, R. F.; LACERDA, K. A. P. Os combustíveis e a educação em química. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 8, 2010. Natal. Anais. Natal: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2010.

SILVA, L. L.; DIAS, P. L. A.; PINHEIRO, J. M. L.; OLIVEIRA, E. X.; LAGES, A. S. Experimentação com tema motivador calorimetria de combustíveis para alunos do ensino. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 16, 2018. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2018.

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

SILVA, I. N.; CAMPOS, R. S. P.; OLIVEIRA, K. Júri simulado: Uma atividade lúdica para promover a contextualização em sala de aula. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 17, 2014. Recife. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2014.

SILVA, C. D.; MÓL, G. S. Petróleo: tema para o ensino de química utilizando aulas do TC2000. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 12., 2004. Goiânia. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2009.

SOUSA, C. O.; SILVANO, A. M.; LIMA, I. P. Teoria da aprendizagem significativa na prática docente. **Revista Espacios**, v.39, n.23, 2018.

SOUZA, M. J.S.; . A gasolina como estratégia facilitadora no ensino de hidrocarbonetos. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 14, 2016. Manaus. Anais. Manaus: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2016.

SOUZA, M. S.; FILHO, A. J. M.; SILVA, J. S. Petróleo: descobertas, transformações e impactos. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 11, 2013. Manaus. Anais. Manaus: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2013.

SOUZA, P. B. A.; FARIAS, S. A.; BINDÁ, R. S. Desenvolvendo habilidades argumentativas com alunos da 3ª série do Ensino Médio a partir da Experimentação Investigativa. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, 19, 2018. Rio Branco. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2018.

SZKLO, A.; ULLER, V. C. **Fundamentos do Refino de Petróleo: tecnologia e economia**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Interciência. 2008.

THOMAS, J. E. **Fundamentos de engenharia de petróleo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

VALE, W.; SOUZA, S. Concepções da temática dos combustíveis fósseis e alternativos através da aplicação de estratégias didáticas com enfoque CTS. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA**, 13, 2015. Fortaleza. Anais. Fortaleza: Associação Brasileira de Química (ABQ), 2015.

VENTURA, M.; CARLOMAGNO, T. **Prática de Ensino 2 para Licenciaturas**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2009.