



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

RENAN LOURENÇO DE LIMA

**ANÁLISE DA (RE)CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS COMO
ESTRATÉGIA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE QUÍMICA**

CARUARU
2022

RENAN LOURENÇO DE LIMA

**ANÁLISE DA (RE)CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS COMO
ESTRATÉGIA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. José Ayrton Lira dos Anjos

CARUARU

2022

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

L732a Lima, Renan Lourenço de.
Análise da (re)construção de mapas conceituais como estratégia na resolução de problemas de química. / Renan Lourenço de Lima. – 2022.
127 f.; il.: 30 cm.

Orientador: José Ayrton Lira dos Anjos.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, 2022.
Inclui Referências.

1. Mapeamento conceitual. 2. Aprendizagem. 3. Resolução de problemas. 4. Química. 5. Ensino superior. I. Anjos, José Ayrton Lira dos (Orientador). II. Título.

CDD 371.12 (23. ed.) UFPE (CAA 2022-079)

RENAN LOURENÇO DE LIMA

**ANÁLISE DA (RE)CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS COMO
ESTRATÉGIA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática

Aprovada em: 24 / 05 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Ayron Lira dos Anjos (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Kátia Calligaris Rodrigues (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Verônica Tavares Santos Batinga (Examinadora Externa)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Falta-me palavras que possam expressar minha gratidão a Deus. Por não me abandonar em nenhum momento, mesmo naqueles em que eu me sentia sozinho, por não me deixar desistir e por colocar pessoas em meu caminho que se tornaram luz durante todo o percurso.

A minha eterna avó Bê (*in memorian*), uma das pessoas mais importantes na minha vida, a quem serei eternamente grato por ter aprendido todos os dias a ser uma pessoa melhor.

Agradeço a todos os professores e colaboradores do PPGECM que contribuíram de forma direta e indireta na conclusão de mais uma etapa da minha vida acadêmica.

Agradeço a todos os colegas da turma do PPGECM de 2019 pelo acolhimento, partilha e vivência em todos os momentos dessa fase acadêmica.

Agradeço de maneira especial ao meu orientador, professor e amigo Dr. José Ayrton Lira dos Anjos, a quem tenho como referência docente e de pessoa, pelas contribuições e orientações direcionadas em todos os momentos durante a construção desse trabalho.

Agradeço a Prof^a. Dr^a. Kátia Calligaris pelas contribuições durante o desenvolvimento e construção desse trabalho, assim como das partilhas e conhecimentos explanados em nosso grupo do GPEHCC. Obrigado também pelos puxões de orelha.

Agradeço as grandes contribuições da Prof^a. Dr^a. Verônica Tavares, minha primeira professora de Química na graduação. Gratidão pelos olhares minuciosos e por cada detalhe partilhado para a conclusão deste trabalho.

Agradeço aos meus familiares pelo apoio durante todos os momentos em que precisei de um suporte, uma palavra, um abraço e até mesmo de puxões de orelha, para que eu pudesse concluir esse objetivo.

Agradeço generosamente a Cida Santana, a quem eu considero ter sido um anjo nos momentos finais desse trabalho. Pela disponibilidade, paciência e esforço em ajudar nos momentos que precisei.

Agradeço a Thathawana Aires (thatha – minha eterna tutora) pelos ótimos “pitacos” e contribuições para com nossos queridinhos mapas conceituais.

Agradeço ao meu saudoso, querido professor e colega de profissão, Mestre José Robervan, por ser um espelho profissional na minha vida.

Aos voluntários do PIBID, minha eterna gratidão pela disponibilidade, paciência e comprometimento em participar desse projeto. Vocês foram fantásticos e essenciais.

Um agradecimento especial as figuras que fizeram parte desse processo: Bruno, Diego Luan (Di), Aneilson, Bruna, Naira, Cida, Aparecida, Lucas, Taynara, Jainaldo, entre outros. Levarei sempre comigo o símbolo da amizade que vocês representam na minha vida, obrigado por tudo.

Por fim, quero agradecer a todas as pessoas que estiveram comigo durante essa caminhada, de forma direta ou indireta.

RESUMO

O presente estudo é de natureza básica, caracterizado por um viés de cunho qualitativo em que buscou-se investigar a elaboração de mapas conceituais como estratégia para a resolução de uma situação-problema, relacionada ao tema “Combustíveis como fonte de energia”, com alunos Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) do curso de Licenciatura em Química, na Universidade Federal de Pernambuco – CAA. Para a realização desse estudo foi necessário promover uma oficina sobre mapas conceituais, a fim de familiarizar os envolvidos quanto ao uso da ferramenta. Dividindo-se os participantes em dois grupos, propusemos através de diferentes atividades planejadas a (re)construção coletiva e sucessiva de três mapas conceituais, utilizando palavras/conceitos emergentes de debates sobre o tema proposto, a leitura e discussão de um texto sobre o tema, e o redirecionamento a resolução de uma situação-problema. Nos procedimentos metodológicos foram utilizados como instrumento de coleta de dados: elaboração de mapas conceituais, gravações em vídeo dos momentos de elaboração dos mapas, registros dos momentos discussões (de maneira verbal) realizadas durante o processo de elaboração dos mapas, bem como dos momentos de explicação da resolução da situação-problema proposta. Os dados obtidos nesse estudo foram transcritos e analisados a partir dos principais movimentos cognitivos da aprendizagem significativa. De acordo a análise dos dados, pudemos verificar que os mapas conceituais se constituem como uma ferramenta que fornece possibilidades de organização e construção de estratégias para o qual podem ser aplicadas a resolução de problemas, favorecendo a aprendizagem de conteúdos de química, bem como de outras ciências, de forma que o processo de ensino-aprendizagem seja desafiador, motivador e significativo.

Palavras-chave: mapas conceituais; aprendizagem significativa; resolução de problemas; química; ensino superior.

ABSTRACT

The present study is of a basic nature, characterized by a qualitative bias in which it sought to investigate the elaboration of concept maps as a strategy for solving a problem situation, related to the theme "Fuel as a source of energy", with students from the Institutional Scholarship for Teaching Initiation (PIBID) of the Degree in Chemistry, at the Federal University of Pernambuco – CAA. In order to carry out this study, it was necessary to promote a workshop on conceptual maps, in order to familiarize those involved with the use of the tool. Dividing the participants into two groups, we proposed through different planned activities the collective and successive (re)construction of three concept maps, using words/concepts emerging from debates about the proposed theme, the reading and discussion of a text about the theme, and the redirection to solve a problem situation. In the methodological procedures, the following instruments were used for data collection: elaboration of conceptual maps, video recordings of the moments of elaboration of the maps, records of the moments of discussions (verbally) carried out during the process of elaboration of the maps, as well as of the moments of explanation of the proposed problem-situation resolution. The data obtained in this study were transcribed and analyzed from the main cognitive movements of meaningful learning. According to the data analysis, we were able to verify that the conceptual maps are constituted as a tool that provides possibilities of organization and construction of strategies to which problem solving can be applied, favoring the learning of chemistry contents, as well as other sciences, so that the teaching-learning process is challenging, motivating and meaningful.

Keywords: concepts maps; meaningful learning; problem solving; chemistry; teaching higher.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama com representação genérica dos movimentos de diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa.....	49
Figura 2 - Mapas conceituais com relações entre conceitos sem setas em (a) e com setas em (b).....	55
Figura 3 - Diagramas representando à ausência de proposição em (a) e presença de proposição em (b).....	55
Figura 4 - Diagramas representativos de estruturas típicas de mapas conceituais: a) radial; b) linear e c) em rede.....	58
Figura 5 - Mapa conceitual de referência que apresenta a hipótese de resolução da situação-problema.....	76
Figura 6 - Mapa conceitual versão 1 elaborado por G1.....	78
Figura 7 - Mapa conceitual final de G1 com demarcações em cores.....	79
Figura 8 - Mapa conceitual final (primeiro recorte) de G1 destacando trechos que apresentam mudanças na rede conceitual com base na primeira versão.....	81
Figura 9 - Mapa conceitual final (segundo recorte) de G1 destacando trechos que apresentam mudanças na rede conceitual com base na primeira versão.....	83
Figura 10 - Mapa conceitual inicial elaborado pelo G2.....	87
Figura 11 - Mapa conceitual final elaborado pelo G2.....	88
Figura 12 - Mapa conceitual final (primeiro recorte) de G2 destacando trechos que apresentam mudanças na rede conceitual com base na primeira versão.....	89
Figura 13 - Mapa conceitual com demarcação em cores das categorias dos conceitos do primeiro mapa elaborado por G1.....	92
Figura 14 - Mapa conceitual com demarcação em cores das categorias dos conceitos do último mapa elaborado por G1.....	93
Figura 15 - Mapa conceitual inicial produzido por G1 – Primeiro recorte para análise das relações conceituais e suas categorizações.....	94
Figura 16 - Mapa conceitual inicial produzido por G1 – Segundo recorte para análise das relações conceituais e suas categorizações.....	94

Figura 17 - Mapa conceitual inicial produzido por G1 – Terceiro recorte para análise das relações conceituais e suas categorizações.....	95
Figura 18 - Mapa conceitual final produzido por G1 – Quarto recorte para análise das relações conceituais e suas categorizações.....	96
Figura 19 - Mapa conceitual elaborado por G2 com demarcação e classificação das categorias dos conceitos da primeira versão.....	97
Figura 20 - Mapa conceitual elaborado por G2 com demarcação e classificação das categorias dos conceitos da última versão.....	98
Figura 21 - Mapa conceitual inicial produzido por G2 – Primeiro recorte para análise das relações conceituais e suas categorizações.....	99
Figura 22 - Mapa conceitual final produzido por G1 – Segundo recorte para análise das relações conceituais e suas categorizações.....	99
Figura 23 - Mapa conceitual de referência.....	101
Figura 24 - Mapa conceitual final elaborado pelo G1 – Análise da estruturação dos conceitos com vista à resolução do problema.....	102
Figura 25 - Mapa conceitual final elaborado por G1 com destaque (em verde) para os conceitos que estão presentes no mapa de referência.....	103
Figura 26 - Mapa conceitual final elaborado por G2 com destaque (em verde) para os conceitos que estão presentes no mapa de referência.....	105
Figura 27 - Mapa conceitual que tem como pergunta focal: “Como o desenvolvimento científico-tecnológico se relaciona com as mudanças climáticas?.....	123
Figura 28 - Mapa conceitual que tem como pergunta focal: “O que são mapas conceituais?.....	124

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Quantidade de trabalhos selecionados após checagem nas plataformas digitais.....	19
Quadro 2 -	Problemática e situação-problema sobre o tema combustíveis como fonte de energia.....	69
Quadro 3 -	Transcrição e análise de trechos referente as modificações realizadas no mapa conceitual versão inicial para se chegar ao mapa final – G1.....	80
Quadro 4 -	Transcrição e análise de trechos referente a construção do mapa conceitual versão final – G1.....	83
Quadro 5 -	Transcrição de trechos referente as ações que levaram até a construção do mapa conceitual versão inicial – G2.....	85
Quadro 6 -	Transcrição de trechos referente as ações que levaram até a construção do mapa conceitual versão final – G2.....	87
Quadro 7 -	Transcrição de trechos destacados nas ações que levaram até a construção do mapa conceitual versão final – G2.....	89
Quadro 8 -	Conceitos do mapa conceitual inicial de G1 e suas respectivas categorias.....	91
Quadro 9 -	Conceitos do mapa conceitual final de G1 e suas respectivas categorias.....	92
Quadro 10 -	Conceitos do mapa conceitual inicial de G2 e suas respectivas categorias.....	97
Quadro 11 -	Conceitos do mapa conceitual final de G2 e suas respectivas categorias.....	98

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CAA	Centro Acadêmico do Agreste
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
<i>et al.</i>	e outros
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS.....	30
2.1	OBJETIVO GERAL.....	30
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	30
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	31
3.1	RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	31
3.1.1	Caracterizando o que é problema.....	36
3.1.2	Tipologia dos problemas.....	37
3.1.3	Implementação da metodologia de Resolução de Problemas.....	39
3.1.4	Resolução de Problemas e o Ensino de Química.....	43
3.2	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	45
3.2.1	Formas de aprendizagem significativa.....	49
3.2.2	Aprendizagem significativa na Resolução de Problemas.....	51
3.3	MAPAS CONCEITUAIS.....	52
3.3.1	Mapas conceituais: características, construção e particularidades	53
3.3.2	Mapas conceituais como instrumento de ensino.....	59
3.4	TRATANDO DOS COMBUSTÍVEIS COMO FONTE DE ENERGIA PARA UMA ABORDAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA.....	60
4	METODOLOGIA.....	64
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	64
4.2	SUJEITO E CAMPO DE PESQUISA.....	65
4.3	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	66
4.4	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	66
4.5	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	67
4.6	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	72
4.7	ASPECTOS ÉTICOS.....	73
4.8	METODOLOGIA DA ANÁLISE DE DADOS.....	75
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	77
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	107
	REFERÊNCIAS.....	110
	APÊNDICE A – SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	119

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - COLETA DE DADOS VIRTUAL.....	120
ANEXO B - EXEMPLOS DE MAPAS CONCEITUAIS QUE SEGUEM OS CRITÉRIOS DE REFERÊNCIA “BOM MAPA CONCEITUAL”.....	123
ANEXO C – TEXTO BASE UTILIZADO NA OFICINA.....	125
ANEXO D – TEXTOS DE APOIO (ALGUNS CRITÉRIOS SOBRE COMO CONSTRUIR BONS MAPAS CONCEITUAIS).....	126
ANEXO E – ETAPAS (ADAPTADAS) DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS – AZNAR E NIETO (2009).....	127

1 INTRODUÇÃO

No contexto escolar, tem-se observado inquietações e discussões a respeito das metodologias e práticas de ensino empregadas, isso porque pontua-se que boa parte das abordagens desenvolvidas em sala de aula, ainda estão baseadas em aulas puramente expositivas. Nesse tipo de prática é comum priorizar apenas a transmissão de conteúdos, de modo que, o que deve ser aprendido é apresentado de forma fragmentada ou em sua forma final, levando os alunos a sentirem dificuldades de exercitarem habilidades intelectuais de maior complexidade como a aplicação, análise, síntese e julgamento (GODOY, 2000).

O saber de Química, por exemplo, é comum que parte dos alunos encarem como algo difícil de aprender, como apontam Santos et al (2013). Estes mesmos autores apontam para essas dificuldades como sendo reflexo para o modo como o ensino da Química vem sendo estruturado, uma vez que geralmente está pautado em atividades que necessitem a memorização de informações, fórmulas e conhecimentos, dessa forma acaba dificultando a aprendizagem dos alunos e contribuindo para a desinteresse pela disciplina. Há uma tendência em abordar os conceitos de forma pontual sem que haja uma relação entre os fenômenos naturais, tecnológicos e sociais, o que acaba deixando uma lacuna na formação desses alunos (SILVA; NÚNEZ, 2007).

O modo como o ensino da Química vem sendo trabalhado por muitos professores, focados principalmente em cumprir todo conteúdo designado no currículo e sem se preocupar em relacioná-los com a realidade dos alunos, dificulta ainda mais o ensino da disciplina. Segundo Pozo e Crespo (2009), é recorrente observar uma alienação dos alunos, que por muitas vezes não conseguem perceber a aplicabilidade da Química em contextos do cotidiano. São pertinentes as concepções observadas uma vez que para o aluno essa dificuldade em transpor a aplicabilidade da Química para o seu cotidiano torna-se um obstáculo durante o processo de aprendizagem.

O ensino da Química pode e deve ajudar os alunos a ter uma percepção de mundo mais ampla, na compreensão de fenômenos, na busca por informações, na discussão de conceitos científicos, entre outros aspectos, mas

é preciso relacionar os conteúdos tratados no contexto educacional aos fatos ou fenômenos do seu contexto social (SANTOS; SCHNETZLER, 1996).

Para que aluno se torne proativo, Oliveira et al (2017) consideram que é necessário pensar em estratégias metodológicas que envolvam atividades com diferentes graus de complexidade, que possam levar o aluno a tomar decisões, avaliar seus próprios resultados, bem como ter auxílio de materiais que sejam significativamente adequados, e que possam ajudá-los na construção de sua aprendizagem. Nesse contexto, o professor deve atuar como mediador do processo, criando condições favoráveis e propondo atividades educacionais que torne o aluno capaz de ser o principal responsável por sua aprendizagem.

Schnetzler (1992) reforça que é fundamental explicitar para os alunos a responsabilidade que devem assumir pela sua aprendizagem, além também de pontuar a responsabilidade do professor em organizar suas práticas a partir daquilo que seus alunos já sabem, promovendo e mediando situações em que a aprendizagem possa ir sendo desenvolvida. Dessa maneira, entendemos que é preciso que o professor provoque no aluno o sentimento de se sentir desafiado em aprender e o aluno por sua vez entenda essa perspectiva e se sinta motivado a querer superar o “desafio”.

Diante desse contexto, a proposta de se trabalhar com Resolução de Problemas como metodologia de ensino constitui-se como uma alternativa pertinente a atender as condições recorrentes à prática educativa contemporânea, uma vez que exige dos alunos uma atitude ativa na construção de seu próprio conhecimento. Um ensino pautado em resolver problemas implica promover o domínio de ações ou procedimentos, bem como a utilização de conhecimentos disponíveis, na busca por soluções em diversos contextos e em diferentes níveis de complexidade (ECHEVERRÍA; POZO, 1998).

Quando o aluno consegue estabelecer relações entre novas informações e o seu conhecimento prévio, ele atribui a estas novas informações e a própria correlação constituída um conjunto de significados, transformando-os em conhecimento. Tavares (2007) destaca que, quando essa construção de significados entre uma nova informação e o conhecimento prévio ocorre em

condições favoráveis, configura-se o que Ausubel (2003) define como aprendizagem significativa.

Esse ambiente de negociação de significados entre novos saberes e conhecimentos prévios propicia dois processos cognitivos simultâneos que são inerentes à aprendizagem significativa: i) a diferenciação progressiva e a ii) reconciliação integrativa. De um modo geral, a diferenciação progressiva representa o movimento onde uma ideia mais geral e inclusiva é capaz de ancorar ou reter ideias mais específicas e menos inclusivas, esse entendimento corrobora com a ideia apresentada por Ausubel (1976) que revela ser mais fácil para o ser humano aprender aspectos partindo do que é mais geral e indo ao que é mais específico, do que chegar ao que é mais geral partindo do que é mais específico. Já na reconciliação integradora, observa-se o estabelecimento de relações entre ideias mais específicas a uma ideia mais geral, “resolvendo” inconsistências e revelando similaridades aparentes entre ideias (PRAIA, 2000).

A aprendizagem significativa se constitui, portanto, pela relação substantiva (não literal) e não arbitrária entre aquilo que o aluno já sabe (conhecimento prévio) e a nova informação. Deste modo, na concepção de Ausubel, o que o aluno já traz como conhecimento é o fator isolado que mais influencia na aprendizagem (MOREIRA, 2017).

A Resolução de Problemas apresenta-se como uma abordagem na qual, tanto o conhecimento prévio quanto os dados fornecidos na situação-problema são reorganizados, transformados ou reagrupados, com o intuito de alcançar um determinado objetivo, nesse caso a criação de estratégias que possam ajudar a discutir e solucionar um problema (AUSUBEL, 2003). Essa estratégia tem sido valorizada no processo de ensino e aprendizagem, incluindo no de química, para diversos fins metodológicos, tais como a resolução de problemas articulada a atividades experimentais (GOI; SANTOS, 2003, 2020); ou na análise das concepções de licenciandos como estratégia didática (LEITE; ESTEVES, 2005; ESTEVES, 2006).

Entretanto, apesar das contribuições que envolvem a Resolução de Problemas, são apontadas algumas dificuldades de introduzir os alunos nos processos reflexivos demandados a essa abordagem (GIL et al., 1988). Certas

dificuldades pontuadas na literatura estão relacionadas a interpretação dos enunciados dos problemas; identificação dos conceitos-chaves; falta de organização e articulação das estratégias na resolução; tendência a aplicação de fórmulas e não utilização de estratégias com base em procedimentos que estão atrelados aos conhecimentos de caráter conceitual (COSTA; MOREIRA, 1997).

Ramírez Castro, Gil Pérez e Martínez Torregrosa (1994) relatam que é comum os alunos optarem por mecanizar o processo de resolver problemas, normalmente esperando pela resolução do professor e posteriormente tentam reproduzir os mesmos procedimentos. Sendo assim, é preciso que o professor atue nesse processo e conduza estrategicamente, de maneira que, seja evitado o máximo possível esse tipo de procedimento utilizado pelo aluno e valorize tanto ou principalmente o processo de construção do aprendizado e não apenas em sua forma final e por reprodução.

De modo a tentar minimizar a utilização de procedimentos mecanizados durante o processo de Resolução de Problemas e na tentativa de consolidarmos uma aprendizagem mais efetiva, pensamos então propor, neste trabalho, a Resolução de Problemas mediante a criação de mapas conceituais como processo resolutivo. Destaca-se o potencial dos mapas conceituais, que têm sido utilizados em diversas áreas de conhecimento, bem como para diferentes fins, seja para aprendizagem, avaliação, organização ou representatividade do conhecimento (FREITAS FILHO, 2007).

Mapas conceituais são consideradas ferramentas de fácil manipulação e podem ser modificados ao longo do desenvolvimento de um objetivo de estudo, bem como podem ser utilizados para auxiliar os alunos a refletirem sobre seu próprio processo de aprendizagem (NOVAK, 1988). Os mapas conceituais têm como uma de suas características principais, responder a uma pergunta focal, o que para nosso estudo trazemos como sendo o problema a ser resolvido. Além disso, os mapas conceituais também evidenciam os movimentos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, através de sua representação gráfica (NOVAK; CAÑAS, 2010).

De um modo geral, os mapas conceituais são diagramas que representam relações conceituais entre conceitos, interligados entre si por unidades semânticas denominadas proposições e revelam a compreensão para as conexões estabelecidas. Sua estrutura, geralmente, seguem uma ordem hierarquia conceitual onde os conceitos mais gerais ficam dispostos na parte superior do mapa e os conceitos mais específicos na parte inferior do mapa conceitual. Essa organização estrutural, em geral, possibilita tornar explícitas compreensões sobre as relações conceituais e contextuais e assim um maior desenvolvimento cognitivo, o que de certo modo reflete os movimentos diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Desse modo, partimos da hipótese de que atividades envolvendo a Resolução de Problemas juntamente com mapas conceituais potencializariam o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias na interpretação e compreensão de conteúdos abordados dentro e fora do contexto educacional, o que pode favorecer o processo de aprendizagem. Pautando-se no entendimento de que há no processo de Resolução de Problemas demandas referentes a reflexão dos alunos sobre os caminhos a seguir, além das próprias ideias e de que os mapas conceituais trazem a possibilidade de materialização dessa organização mental em diversos momentos. Além disso, González et al (2008) afirmam que a elaboração de mapas conceituais promove a aprendizagem significativa e evita a aprendizagem baseada na memorização.

Sendo assim, nosso estudo se propõe a investigar as contribuições dos mapas conceituais na criação de estratégias necessárias para resolver uma situação-problema sobre o tema “combustíveis como fonte de energia”, de modo a possibilitar condições para uma aprendizagem efetivamente significativa.

Nessa perspectiva, optamos por trabalhar a temática dos combustíveis renováveis e não renováveis, especificamente sobre o uso da gasolina e do etanol. A escolha do tema se deu pelo fato dos problemas atuais enfrentados pela sociedade e a importância de uma abordagem com relação aos aspectos que envolvem questões econômicas, ambientais e sociais. Dessa forma, estaríamos oportunizando os alunos a trabalharem uma temática do seu cotidiano dentro da sala de aula, bem como trazer uma contextualização de diversos conceitos químicos, tais como, combustíveis derivados de fontes de

energia renováveis e não renováveis, cana-de-açúcar, etanol, petróleo, gasolina; meio ambiente; poluição, eficiência energética, etc.

A fim de analisarmos o que a literatura tem abordado sobre Resolução de Problemas no Ensino de Química, utilizando mapas conceituais, e assim pudéssemos planejar nossa intervenção, realizamos uma busca em algumas plataformas, que de alguma forma, abordam pesquisas que envolvem nosso objeto de estudo. As buscas foram realizadas em: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações; Banco de Teses e Dissertações da UFRGS, UFRPE e UFAM; portal Periódicos da Capes; ENPEC; Revista Enseñanza de las Ciencias; Revista de Educação Ciência e Tecnologia; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências; Química Nova; Revista Educación Química; Scielo. Utilizamos como palavras-chaves “Resolução de Problema”, “Problematização”, “Ensino de Química” e posteriormente realizando um refino utilizando “Mapa Conceitual” objetivando encontrar trabalhos que abordassem essa ferramenta como parte do estudo, entre o período de 2010 a 2020. Como resultado da pesquisa foram selecionados um total de 105 trabalhos, contudo, após a leitura de títulos, palavras-chaves, resumos e em alguns casos do trabalho completo, apenas 10 destes trabalhos trazem em sua abordagem os mapas conceituais como uma ferramenta/método significativo. Os trabalhos que apareceram em mais de uma plataforma foram subtraídos da soma total do número de trabalhos selecionados. O quantitativo de trabalhos em cada plataforma está descrito no quadro 1.

Os critérios de escolha dos trabalhos tiveram como base de análise: palavras-chave, título, resumo e em alguns casos a leitura completa do trabalho.

Quadro 1 - Quantidade de trabalhos selecionados após checagem nas plataformas digitais.

Plataforma de busca	RP em Química	RP em Química + MC	Tese	Dissertação	Periódico
BDTD	24	7	-	7	-
UFRGS	5	0	-	-	-
UFRPE	16	0	-	-	-
UFAM	1	1	-	1	-

Periódicos da CAPES	6	0	-	-	-
ENPEC	14	1	-	-	1
Enseñanza de las Ciências	10	0	-	-	-
Revista de Educação Ciência e Tecnologia	5	1	-	-	1
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	4	0	-	-	-
Química Nova	5	0	-	-	-
Revista Educación Química	12	0	-	-	-
Scielo	3	0	-	-	-
TOTAL	105	10	0	8	2

Fonte: O autor (2022).

Apresentamos a seguir, uma breve discussão sobre os objetivos e resultados dos trabalhos destacados no quadro 1, no qual trazem o uso da Resolução de Problemas no Ensino de Química e como os Mapas Conceituais foram abordados nesses estudos.

Mota (2013) em sua dissertação intitulada por “**Mapas conceituais e resolução de problemas sobre as interações intermoleculares: um estudo com alunos da 1ª série do ensino médio**” buscou a elaboração de mapas conceituais a partir de conceitos extraídos de problemas e a resolução desses problemas, relacionados ao tópico interações intermoleculares com estudantes do ensino médio. Em seu trabalho, tanto os mapas conceituais, quanto os problemas foram utilizados como instrumento de mapeamento cognitivo, através

das elaborações propostas pelos alunos. Os instrumentos tiveram seus resultados analisados com base em aspectos quantitativos e qualitativos para que assim pudessem ser tratados primeiramente de forma individual e posteriormente de forma comparativa.

Os resultados do estudo, segundo o autor, evidenciam que a resolução de problemas se mostrou ser um instrumento favorável para evidenciar como os conceitos dispostos na estrutura cognitiva dos estudantes. Já em relação aos mapas conceituais, tiveram seu resultado abaixo do esperado, visto que os mapas apresentaram estruturas simples e não muito elaboradas, onde o autor justifica que tal resultado é reflexo de uma certa resistência dos alunos em usar um novo instrumento ao qual eles não estão acostumados e também ao pouco tempo para se adaptar, o que dificulta seu processo de desenvolvimento. Além desses resultados, o autor também demonstra que quantitativamente, houve uma baixa relação entre os problemas e os mapas, posteriormente justificada pela baixa aceitação pela manipulação dos mapas.

Dessa maneira, conclui-se que qualitativamente os dois instrumentos são capazes de determinar a estruturação cognitiva de conceitos e apontar possíveis dificuldades, entretanto há uma baixa relação entre os dois instrumentos e que dão subsídios para investigações futuras.

Com o objetivo de capacitar de professores atuantes ou em formação da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) Silveira (2018) em sua dissertação de mestrado, desenvolveu o estudo intitulado **“Experimentação através da resolução de problemas como ferramenta metodológica para formação de professores para o ensino de ciências na EPT”** que envolveu o uso da Experimentação através da Resolução de Problemas como ferramenta potencializadora do Ensino de Ciências na Educação Profissional e Tecnológica. Para isso, propôs um curso que abordava referenciais teóricos sobre a Experimentação através da Resolução de Problemas e que, através de exemplos, poderiam ser trabalhados em sala de aula. Os participantes do estudo apresentaram bastante interesse e engajamento, principalmente em utilizar novas metodologias (entre elas os mapas conceituais) para que o aluno fosse o principal responsável pelo aprendizado, tornando-o ativo, crítico e reflexivo. Nesse estudo os mapas conceituais foram utilizados como um método para

investigar e perceber como os participantes representam e organizam o que têm aprendido e assim realizar um diagnóstico de possíveis dificuldades. Ou seja, os mapas conceituais assumiram um papel de registro para validação da proposta.

Os resultados demonstraram que a Resolução de problemas associada à experimentação mostrou-se ser uma ótima ferramenta para o Ensino de Ciências, mas que exige planejamento e organização. Por fim, o autor conclui que a proposta da oficina formativa atendeu os objetivos propostos, mas alerta que formações não devem se limitar apenas a parte teórica, deve também propiciar a inserção de momentos práticos e que a formação continuada deve permitir ao docente, mudanças nas suas perspectivas e concepções sobre o processo de ensino e de aprendizagem.

No trabalho de dissertação **“Assimilação do conceito de estequiometria a partir de uma unidade de ensino potencialmente significativa - UEPS”** desenvolvido por Marialva (2018), a autora buscou investigar “como ocorre à Assimilação do Conceito de Estequiometria em alunos em formação em Química a partir do desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS”. Para isso, utilizou a vivência de uma UEPS, com intuito de responder seu problema de pesquisa, voltada a avaliar a Aprendizagem Significativa do conceito.

O estudo contou com a aplicação de metodologias diversificadas, para que pudesse ser mais dinâmico e eficiente para a aprendizagem dos alunos. Para a coleta de dados, o autor fez uso de questionários, mapas conceituais, situações-problemas, folhas de atividades, experimentação, entre outros itens que pudessem subsidiar a UEPS. A metodologia envolvia leitura e debate de textos, discussão de situações-problemas, elaboração e apresentação de mapas conceituais relacionada a estequiometria com a intenção de propiciar processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa a partir da reflexão para a resolução e elaboração dos problemas e artefatos respectivamente, bem como a utilização de experimentação no intuito de articular teoria e prática sobre o tema. Como resultados o autor evidencia que os conceitos relacionados ao tema foram assimilados, pois os alunos souberam responder corretamente as atividades envolvendo estequiometria, bem como também foi perceptível um progresso nas discussões de questões dissertativas.

Por fim, o autor conclui que sua proposta de estudo pôde contribuir para que os alunos pudessem assimilar, de forma gradativa, os conceitos envolvendo estequiometria, mas ainda sentem dificuldade quando há necessidade de transpor esses conhecimentos para situações com maior grau de complexidade. Dessa forma, a aplicação de uma UEPS é uma metodologia que pode trazer benefícios para o aprendizado dos alunos, entretanto precisa ser planejada previamente e realizada durante um período adequado de tempo.

Ramos (2019) investigou **“A resolução de problemas e a experimentação: metodologias para o ensino de química na educação profissional e tecnológica”**. Em sua dissertação, o estudo tinha por objetivo investigar se a Experimentação articulada a metodologia da Resolução de Problemas poderia ser uma alternativa viável para potencializar o Ensino de Química na Educação Profissional e Tecnológica. Para esse estudo, os Mapas Conceituais foram utilizados como instrumento para avaliar a aprendizagem dos participantes, onde tiveram que criar um mapa sobre o tema Cromatografia a partir de uma publicação em uma rede social.

Os resultados da pesquisa demonstraram que houveram desafios ao longo do estudo, mas a Resolução de Problemas aliada a Experimentação demonstraram ser uma possibilidade promissora no Ensino de Química na Educação Profissional e Tecnológica, mas necessita de uma mediação do professor durante sua realização, para que os estudantes se coloquem como sujeitos ativos na construção do próprio conhecimento. O autor conclui que o uso dos recursos tecnológicos citados no estudo, demonstraram ser favoráveis para que o estudante possa se sentir estimulado a resolver um problema proposto. Além disso, os Mapas Conceituais demonstraram ser uma ótima ferramenta avaliativa pois dão uma visão da construção e organização cognitiva dos sujeitos.

Costa (2019) em seu trabalho de dissertação **“Separação de misturas no ensino fundamental: mapas conceituais e resolução de problemas”** teve por objetivo analisar de forma tanto qualitativa, quanto quantitativa, a elaboração de mapas conceituais e a resolução de problemas propostas pelos alunos, bem como determinar a existência de correlações entre os mapas elaborados e a resolução dos problemas experimentais. A partir disso, investigaram “como, e

em que medida, ocorre o efeito dos mapas conceituais na resolução de problemas experimentais referentes a separações de misturas no Ensino Fundamental”.

O autor propôs seu trabalho fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa, voltada a mapas conceituais e a partir disso, utilizou organizadores prévios, textos e aulas expositivas. Foram fornecidos aos alunos, palavras-chaves (conceitos) extraídas do enunciado de cada problema onde posteriormente, cada um deveria construir um mapa conceitual referente aos conceitos extraídos de cada problema. Após a elaboração de cada mapa conceitual, os alunos recebiam o problema a ser resolvido, onde o objetivo era verificar se havia correlação entre o mapa conceitual construído (com os conceitos extraídos do problema) e a resolução do problema. Foram utilizados mapas de referências para comparar os mapas construídos pelos alunos, organizados com base nos princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Os resultados demonstraram que houve uma correlação entre a construção dos mapas e a resolução dos problemas, mas ficou evidenciada que essa correlação só foi considerada eficiente quando em mapas de estrutura linear, pois na produção de mapas ramificados os alunos demonstraram dificuldades de hierarquização e que conseqüentemente dificultou a resolução dos problemas relacionados. O autor conclui que os mapas são ótimas ferramentas para inferir em como está organizada a estrutura cognitiva do aprendiz, porém seu estudo revelou dificuldades dos alunos em organizar os conceitos de forma hierárquica, retratando assim que não obtiveram êxito em identificar quais eram os conceitos mais gerais e os mais específicos, o que de certa forma dificultou o processo de diferenciação progressiva e reconciliação integradora. As dificuldades de organização conceitual dos mapas refletiram proporcionalmente na resolução dos problemas, entretanto houve um rendimento progressivo ao longo da resolução de problemas subsequentes. Por fim, os alunos (~50%) consideraram a ferramenta mapa conceitual como sendo útil e facilitadora da aprendizagem do que estavam aprendendo, podendo ser útil também para outras disciplinas.

Buscando diagnosticar as causas que levam um grupo de alunos do ensino médio a terem dificuldades em relação ao conteúdo de Estequiometria, em sua dissertação de mestrado Fernandes (2019) propõe um estudo denominado **“Diagnóstico de dificuldades de aprendizagem relacionadas ao estudo da estequiometria com alunos do ensino médio da rede pública estadual do Rio Grande do Sul e proposta de estratégia didática”**, cujo os objetivos propostos eram: (1) diagnosticar as dificuldades de aprendizagem referente ao conteúdo de Estequiometria; (2) classificar essas dificuldades de aprendizagem; (3) Propor estratégias didáticas de ensino que pudessem ajudar a diminuir essas dificuldades apontadas; (4) aplicar o uso de recursos tecnológicos para o ensino de Estequiometria em sala de aula; (5) aplicar o uso de mapa conceitual para o ensino de Estequiometria. Para atender esses objetivos, foi aplicado um questionário estruturado com intuito de identificar os motivos para as dificuldades dos alunos.

Com base nos resultados obtidos do questionário, um jogo no formato quiz foi desenvolvido para que pudesse minimizar o baixo desempenho dos alunos nesse conteúdo. À medida que o aluno fosse progredindo no jogo, ele receberia partes de um mapa conceitual que retratavam os principais conceitos envolvidos no conteúdo de Estequiometria. Ao passar por todas as etapas do jogo, o aluno teria o mapa conceitual completo que demonstra, através de sua organização, um passo-a-passo para resolver problemas estequiométricos. Dessa forma, entende-se que o mapa estaria ajudando o aluno a organizar suas ideias à medida que ia conquistando as parcelas do mapa conceitual final.

De acordo com os resultados após a etapa descrita anteriormente, os estudantes (81%) relataram que o mapa conceitual ajudou na resolução dos problemas, além disso, os estudantes (71%) revelaram que os mapas conceituais serão uma ferramenta útil para resolver problemas futuros. Assim, o mapa conceitual nesse trabalho assume a função de um sistematizador do conhecimento mobilizado no jogo e de suas relações, provendo aos alunos um meio de consolidar os saberes até então discutidos.

Santos (2010) produziu a pesquisa **“Explorando a aprendizagem baseada em problemas no ensino médio para tratar de temas interdisciplinares a partir das aulas de química”** que tinha como objetivo

verificar se a ABP poderia promover a interdisciplinaridade nas aulas de Química no Ensino Médio, utilizando as Ilhas de Racionalidade (IR) como proposta de trabalho interdisciplinar. Para isso, propôs em sua dissertação uma sequência de atividades didáticas nas quais os alunos estudaram uma situação-problema, analisaram-na e buscaram conhecimentos para compreendê-la a partir das aulas de Química.

A coleta de dados ocorreu, principalmente, pela elaboração de mapas conceituais, cuja a finalidade era de captar as ideias anteriores e posteriores a discussões sobre um problema envolvendo a temática “Água”, para que posteriormente fosse verificado se houve a mudança conceitual, bem como se houve uma maior interdisciplinaridade. Os mapas conceituais foram avaliados quanto à sua estrutura, observando a organização hierárquica, os conceitos utilizados, a clareza semântica das proposições, grau de ramificações e presença de ligações cruzadas.

Os resultados obtidos demonstraram que inicialmente os estudantes faziam relações superficiais sobre o tema abordado na situação de aprendizagem, mas que houve uma evolução ao final do processo e que conceitos de outras disciplinas foram agregados às discussões, bem como ao produto das atividades desenvolvidas, demonstrando uma maior interdisciplinaridade. Por fim, o autor conclui que utilizar a ABP articulada a problemas da realidade do aluno torna-se um bom caminho para promover a interdisciplinaridade com alunos do Ensino Médio.

O trabalho **“A argumentação como ferramenta para construção de uma aprendizagem significativa crítica no ensino de química”** com autoria de Lima (2019) buscou avaliar como a argumentação poderia facilitar a promoção da Aprendizagem Significativa Crítica no Ensino de Química. Para tal, propôs uma metodologia desenvolvida na Parte Diversificada (PD) do currículo de uma disciplina denominada “Química em Debate” que contou com um conjunto de etapas metodológicas baseadas nos princípios da Aprendizagem Significativa Crítica, por meio da argumentação. Os momentos das etapas metodológicas contaram com: 1) aulas expositivas dialogadas envolvendo as temáticas: “Química dos medicamentos” e “Química dos conservantes”; 2) ensino-aprendizagem da argumentação; 3) debate; 4) argumentação e síntese

do debate; 5) construção de mapas conceituais e textos dissertativos; Neste estudo os mapas conceituais foram utilizados em três etapas: i) antes de iniciar as etapas metodológicas, visando captar os conhecimentos prévios dos alunos; ii) após as etapas metodológicas 1 e 2; e iii) ao final das etapas metodológicas, visando avaliar a evolução e também a negociação conceitual dos alunos ao construírem os mapas, no durante o estudo. Os resultados obtidos neste estudo demonstram que a proposta favoreceu aos alunos o desenvolvimento de habilidades argumentativas, e que pela recorrente mobilização de conhecimentos de química e da reflexão sobre sua natureza e sua relação com o tema suscitaram indícios de Aprendizagem Significativa Crítica. Os textos dissertativos e os mapas conceituais apresentaram-se como boas ferramentas estratégicas para captar a organização conceitual e a negociação de significado, proposta pelos alunos.

Goi e Santos (2019) propuseram um estudo “**Aspectos metodológicos da resolução de problemas na formação de professores de Ciências da Natureza**” que propôs uma formação de professores de ciências da natureza em Resolução de Problemas. Para isso, foram discutidos referenciais teóricos que pudessem ajudar os professores a agregar elementos teóricos sobre a metodologia da Resolução de Problemas, no que tange os aspectos pedagógicos, epistemológicos e psicológicos. Uma das atividades propostas era a elaboração de mapas conceituais para verificar a compreensão sobre os referenciais teóricos, em que os participantes se mostraram animados com a metodologia e constataram que tal ferramenta contribuiu para a apropriação dos pressupostos teóricos. Outra atividade desenvolvida tinha como objetivo trabalhar com a Resolução de Problemas, em que os professores da formação analisaram e propuseram sugestões de melhoria para os enunciados. Após análise os autores consideram que o processo formativo pode ter contribuído para que os professores tenham se apropriado de elementos teóricos que ajudem com a prática de trabalhar a metodologia da Resolução de Problemas.

Os autores destacam que os professores apresentaram algumas dificuldades durante o aprofundamento teórico adotado, dessa forma, sugerem que durante a execução de cursos de formação seja necessário um maior

aprofundamento conceitual e metodológico, para que isso possa melhorar a qualidade de suas aulas.

Coussirat, Fraga e Salgado (2019) desenvolveram o estudo “**Mapas conceituais como método para avaliar conhecimentos adquiridos sobre radioatividade na estratégia de rotação por estações**” cujo o objetivo era investigar de que forma o uso do Ensino Híbrido, por meio da Estratégia de Rotação por Estações (RPE), poderia contribuir na compreensão de conceitos sobre Radiação e Radioatividade com estudantes do 1º ano do Ensino Médio. O estudo propôs algumas estratégias divididas nas seguintes etapas: Verificação de conhecimentos prévios; jogo de miçangas, textos norteadores e discussões mediadas; Texto norteadores, resolução de Quis, Experimento de “radiografia”; Construção de Mapa Conceitual; Verificação de conhecimentos adquiridos. As atividades estão contempladas dentro das estações propostas no estudo e foram divididas em duas semanas.

Os resultados obtidos demonstraram que inicialmente os estudantes não possuíam conhecimentos científicos necessários a respeito do tema e que pouco participaram das atividades, levando a produzirem o mínimo do esperado. Já na semana posterior, os resultados foram mais promissores em virtude da familiarização dos alunos com a dinâmica apresentada, o que de certa forma refletiu no bom desempenho observado nas produções dos Mapas Conceituais, visto que os conceitos estavam muito mais aprofundados. Os autores concluem o uso de Mapas Conceituais propicia a análise de como os alunos constroem os conceitos trabalhados sobre um determinado tema ao longo das etapas da abordagem de rotação por estações, de forma que essa combinação pode ser favorável a autorregulação das ações e assim promover mais situações potencialmente significativas.

Pela análise dos trabalhos, podemos concluir que a metodologia da Resolução de Problemas tem sido uma alternativa que visa favorecer a aprendizagem, e que permite diversos desenhos metodológicos e sua inserção em diferentes abordagens metodológicas.

Com relação à abordagem dos Mapas Conceituais dentro dos estudos citados, é perceptível sua utilização voltada, principalmente, a investigação de

conhecimentos prévios e avaliação final dos conhecimentos aprendidos, tendo apenas o trabalho desenvolvido por Mota (2013) um viés que caminha para que os Mapas Conceituais sejam trabalhados a partir de ou para a Resolução de Problemas, como citamos anteriormente.

Dessa forma, acreditamos que nosso trabalho trará contribuições acerca do tema em estudo, podendo contribuir para que o Ensino de Química, a partir da metodologia da Resolução de Problemas em consonância ao uso dos Mapas Conceituais como estratégia, possa proporcionar um ensino mais participativo e significativo aos estudantes. Acreditamos também que nosso estudo possa trazer discussões com diferentes perspectivas quanto a utilização dessas abordagens em sala de aula.

Sendo assim, o nosso problema de pesquisa é: **Como a construção de mapas conceituais poderá contribuir na criação de estratégias para resolução de problemas sobre combustíveis como fonte de energia, de maneira a favorecer uma aprendizagem significativa no ensino de química?**

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar se a construção e reconstrução de mapas conceituais pelos alunos como estratégia para resolução de problemas pode favorecer a Aprendizagem Significativa de conceitos sobre combustíveis como fonte de energia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar presença dos movimentos cognitivos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa na organização das ideias dos alunos com vistas à resolução do problema sobre combustíveis como fonte de energia;
- Avaliar a robustez dos conceitos de química relevantes a compreensão da temática dos combustíveis como fonte de energia, a partir de sua relação com os contextos científicos e outros contextos no decorrer da resolução do problema;
- Analisar a estruturação do processo de resolução do problema, a emergência dos conhecimentos prévios e seu papel na resolução do problema a partir das relações com os dados fornecidos no enunciado do problema.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados o aporte teórico que ajudam a discutir nosso problema de pesquisa, tendo como base os aspectos sobre a metodologia da Resolução de Problemas, a Aprendizagem Significativa, os Mapas Conceituais e temática sobre o combustíveis renováveis e não-renováveis para o Ensino de Química.

3.1 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

O ritmo como o desenvolvimento científico e tecnológico vem crescendo nas últimas décadas, tem obrigado a sociedade a adaptar-se e atualizar-se mediante a demanda de informações. O contexto educativo também passa por esse processo de adaptação, bem como de atualização, visto que, como um dos principais meios de formação humana para a atuação na sociedade, torna-se relevante a articulação de um currículo que trabalhe simultaneamente os conteúdos curriculares da área de conhecimento abordada ao contexto social onde os alunos estão inseridos. Devem oportunizar e fornecer condições para que o sujeito possa desenvolver competências necessárias para vivenciar e atuar sobre uma sociedade em constante desenvolvimento (BRASIL, 2002).

Nos tempos atuais, diversas metodologias vêm sendo utilizadas no ensino de Ciências e em particular no ensino da Química, entretanto muitas delas são inseridas sem a devida reflexão acerca do modelo de ensino desejado. Para Halmenschlager (2011) ainda se faz presente na própria organização curricular, a descontextualização, linearidade e fragmentação dos conteúdos, que por sua vez acabam distanciando e dificultando a compreensão do aluno para o mundo na qual ele está inserido. Desta forma, independente da metodologia de ensino, observa-se a limitação do aprendizado do aluno, que é remetido a decorar informações, fórmulas ou procedimentos, uma vez que não é requerido do aluno a compreensão e significação dos conteúdos tratados, a aprendizagem almejada desse modo acaba não sendo consolidada.

Nesse sentido, entende-se que a metodologia é uma forma pela qual ações didáticas são organizadas pelo professor mediante premissas sobre como

a natureza da aprendizagem e de que situações são favorecedoras dessa aprendizagem. Desse modo a metodologia (forma) não pode ser planejada a partir da teoria da aprendizagem que a subjaz e orienta.

Entendemos nesse sentido, que há a necessidade de trabalhar-se com metodologias que favoreçam um processo de aprendizagem que possibilite a articulação dos conteúdos tratados na sala de aula com a realidade vivenciada pelos estudantes, que lhes permita assim significar esses conteúdos escolares ao mesmo tempo que fundamentar as tomadas de decisões em seu dia a dia pelo diálogo com esses conteúdos.

O Ensino da Química, por exemplo, deve ser mais relevante para o aluno. Afirmção essa defendida nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000) que orientam para a inclusão de temas que contextualizem o conhecimento químico e possibilitem estabelecer relações com outros campos da ciência, de modo a aproximar conceitos estudados em sala de aula ao cotidiano do aluno. A metodologia da Resolução de Problemas surge como uma alternativa cabível ao contexto discutido, uma vez que, é uma estratégia didática que favorece uma aprendizagem de maneira contextualizada, que também possibilita o desenvolvimento do conhecimento conceitual, assim como, oportuniza o desenvolvimento de habilidades necessárias para atuar no contexto onde está inserido (MARTINS; VEIGA, 1999; LEITE; AFONSO, 2001).

No âmbito educacional, a Resolução de Problemas contempla determinadas perspectivas, que concebem concepções epistemológicas, pedagógicas e metodológicas.

No tocante às concepções epistemológicas, as metodologias embasadas por esse viés podem proporcionar uma visão histórica e filosófica para determinadas situações, com vista à produção de conhecimento. Segundo Silva e Goi (2019), a teoria de Larry Laudan apresenta subsídios que dão embasamento, isso porque o autor reforça o significado da metodologia da Resolução de Problemas no desenvolvimento científico e educacional.

Para Laudan (1977, 1986) a ciência é propriamente dita como sendo uma atividade de resolver problemas. O autor evidencia que a atividade de resolver problemas constitui um processo cognitivo, que se relaciona aos interesses da

ciência e que esta progride mediante a resolução adequada de problemas, ocorridos no meio social (SANTOS; GOI, 2012).

A luz desse entendimento, os problemas são de natureza empírica e conceitual, e para Laudan (1977) a ciência evolui a partir da solução desses tipos de problemas. De um modo geral, os problemas empíricos são questões que envolvem o mundo real e que precisam de uma explicação e segundo as concepções de Goi e Santos (2012) se há interesse em estudá-los é porque este tipo problema é relevante para um grupo social.

São válidas as premissas de que o ensino de Ciências deve ser incentivado para o desenvolvimento do pensamento dos indivíduos, da sociedade e da cultura (GOI; SANTOS, 2012). Para Matthews (1998) o Ensino de Ciências pode ter um impacto cultural e também na qualidade de vida, em virtude dos estudantes conhecerem as matérias científicas, possuírem algum nível de competência e perspectivas dos métodos científicos.

Se na perspectiva epistemológica de Laudan a Ciência evolui por meio da Resolução de Problemas, então é de se pensar que ela pode ser discutida e ensinada dentro do contexto educacional a partir da Resolução de Problemas, entretanto é preciso entender que os problemas discutidos na Ciência não devem transpostos para a sala de aula, o que pode ser feito é uma readaptação do problema e assim aplicá-lo no contexto educativo.

Para Goi (2014) a utilização de atividades que envolvem resolver problemas nas aulas de Ciências é uma forma de ensinar conceitos, além do mais o emprego dessa metodologia possibilita a construção e o desenvolvimento de concepções e atitudes científicas, respectivamente. Ainda segundo a autora, Laudan faz apontamentos sobre os aspectos epistemológicos da Resolução de Problemas, pois favorece o desenvolvimento cognitivo dos alunos (GOI, 2014).

Diante dessas abordagens, subentende-se que pelo fato da Ciência aludir seu desenvolvimento à Resolução de Problemas, segundo a perspectiva de Laudan (1977), o ensino das ciências então pode ser pautado nesse mesmo caminho, uma vez que é preciso propor e promover aos alunos condições necessárias para que possam adaptar-se às situações diversas no seu dia-a-dia.

Com relação às concepções pedagógicas que tratam da Resolução de Problemas no âmbito educacional, evidenciamos os pressupostos apontados por John Dewey, que tem como ponto central de sua pedagogia uma educação pautada pela experiência.

Os aspectos pedagógicos de Dewey são tratados com base em uma aprendizagem relacionada à experiência, que por sua vez permite o aluno construir e reconstruir o conhecimento a partir de situações que são comuns no seu cotidiano (LOURENÇO FILHO; MENDONÇA, 2014). Críticas são apontadas para o sistema de ensino que é baseado em escolas tradicionais, pois segundo Dewey (1991) esse modelo é tipicamente limitador, uma vez que inibe a participação ativa dos alunos e proporciona padrões rígidos de comportamentos que dificultam seu desenvolvimento e maturidade, além das experiências pessoais dos alunos, pois o principal intuito é o desenvolvimento de indivíduos autônomos, considerando tais indivíduos como seres que possuem características, necessidades e interesses particulares.

Não de acordo com essas práticas, Dewey sugere uma nova pedagogia que possa propor uma educação significativa para o aluno, alcançada e desenvolvida pela experiência (LOURENÇO FILHO; MENDONÇA, 2014).

Em concordância com as abordagens trazidas anteriormente Goi (2014) ressalta as contribuições trazidas por Dewey, pois segundo suas concepções os estudantes aprendem realizando tarefas que são associadas aos conteúdos trabalhados e ensinados, além de enfatizar o termo “experiência”, pois nesse sentido o professor deve valorizar a experiência dos alunos.

A pedagogia tratada por Dewey prioriza a aprendizagem pela experiência, bem como pela aproximação entre conteúdos escolares e a realidade do aluno, indo em contraposição às práticas educativas comuns ao modelo tradicional escolar (ensino por transmissão-recepção). É preciso também valorizar o conhecimento prévio do aluno, utilizando-o como ponto de partida para a construção de novos conhecimentos de modo que faça sentido em sua vida, pois assim poderá gerar mais interesse em aprender e possibilitará o desenvolvimento de sua autonomia na busca por respostas de uma situação que envolve a resolução de um problema, por exemplo (DEWEY, 2002).

Tratando dos aspectos metodológicos da Resolução de Problemas, essa metodologia tem sido uma alternativa recorrente, uma vez que, é considerada na concepção de alguns autores como sendo uma estratégia de ensino e aprendizagem que deve levar em consideração aspectos relacionados à vivência e ao contexto na qual os alunos estão inseridos (BATINGA; TEIXEIRA, 2014).

Nos trabalhos publicados por Meirieu (1998); Pozo (1998); Leite e Afonso (2001), a prática de resolver problemas é considerada uma estratégia didática que tem como objetivo possibilitar aos alunos uma maneira de aprender novos conhecimentos a partir da resolução de situações problemas. O incentivo a responder situações diversas e diferentes leva o aluno a desenvolver o domínio sobre técnicas e procedimentos, bem como a utilização de conhecimentos disponíveis, propondo/aplicando situações que devem ser pensadas, trabalhadas e resolvidas e não meramente reproduzidas, como é muito comum na sala de aula.

As abordagens citadas anteriormente corroboram com nossa proposta de estudo, pois buscamos o desenvolvimento de estratégias que possam ter um olhar para o aluno não meramente como um receptor e reproduzidor de informações, mas como principal responsável por buscar, organizar e trabalhar as informações, favorecendo e construindo seu aprendizado. Dessa forma torna-se importante o uso de metodologias que possibilitem esse processo, assim o trabalho com a resolução de situações-problemas nos fornece possibilidades para desenvolvermos dessa ideia.

Trabalhar com a metodologia da Resolução de Problemas envolve contribuir para o processo de ensino e aprendizagem do aluno, uma vez que permite o desenvolvimento de competências e habilidades, bem como possibilita transpor seu conhecimento para resolver novos problemas (MEDEIROS; GOI, 2020).

Para que esse processo metodológico seja favorável, algumas condições são necessárias: (1) o aluno precisa ter interesse em querer resolver problemas; (2) o professor precisa ter domínio dos procedimentos e técnicas que envolvem a metodologia de Resolução de Problemas, bem como ter objetivos claros para sua implementação (GOI; SANTOS, 2003).

É importante destacar a relevância das condições mencionadas anteriormente para a Resolução de Problemas estarem bem alinhadas, pois é muito comum observar problemas sendo trabalhados na forma de exercícios de fixação, como por exemplo um professor que pede que seus alunos resolvam uma lista com vários problemas sem ao menos haver uma discussão prévia ou até mesmo uma reflexão sobre estes problemas, levando muitas vezes o aluno a não se sentirem motivados e esperar que o professor resolva-os em sala de aula.

Peduzzi (1997) revela que é preciso não desconsiderar o papel do exercício como tarefa escolar, pois é através deles que o estudante pode desenvolver e consolidar habilidades, mas esse ponto nem sempre fica claro para o aluno. Entretanto, corroboramos com a ideia de que trabalhar problemas ou exercícios requer engajamento tanto do professor quanto dos alunos. Neste contexto, queremos nos guiar pelo trabalho com a Resolução de Problemas.

Tanto o interesse e envolvimento dos alunos, quanto o planejamento das tarefas por parte do professor, devem ser bem selecionadas e planejadas a fim de proporcionar uma melhor clareza dos problemas, um melhor desenvolvimento dos conceitos, visando envolver os alunos em problemas que sejam desafiadores e que propicie motivá-los a querer resolvê-los. Queremos enfatizar que, um dos aspectos principais da Resolução de Problemas para o aluno está no fato de oportunizá-lo a mobilizar conhecimentos e desenvolver a capacidade de gerenciar informações dentro e fora do contexto educacional.

Diante dessas observações trazidas até então, é preciso discutir e caracterizar o que é problema para o nosso contexto, pois dessa forma é possível trabalhar a metodologia da Resolução de Problemas, evitando trabalhá-los na forma de exercícios, como é comum de acontecer.

3.1.1 Caracterizando o que é problema

Autores como Batinga e Teixeira (2014) Echeverría e Pozo (1998) caracterizam problema como sendo uma situação em que um sujeito ou um grupo precisa ou quer resolver, mas não dispõe de um caminho rápido e direto que chegue à solução, sendo assim, atribui-se a uma situação como problema,

quando é necessário haver uma reflexão ou tomada de decisão sobre as estratégias que levarão a sua resolução.

Nas concepções de Da Costa e Moreira (1996) um problema pode ser definido como situações diversificadas que vão desde uma simples ação de montar de um quebra-cabeça até mesmo algo mais “complexo” que necessite de conhecimentos e habilidades particulares.

Outros autores trazem definições de problema como sendo uma situação desafiadora que possibilita desenvolver o conhecimento científico que auxiliam em situações de sala de aula nas disciplinas de ciências (LAUDAN, 1986; SILVA, 2017). Para Goi e Santos (2003) os problemas são situações que incentivam os alunos a raciocinarem, bem como pôr à prova a capacidade criar, de decifrar informações, de relacionar e elaborar procedimentos adequados para encontrar a sua solução.

3.1.2 Tipologia dos problemas

Com relação à classificação, os problemas podem ser classificados de acordo com o contexto, sendo eles Problemas do Cotidianos, Problemas Escolares e Problemas Científicos. Pozo e Crespo (1998) revelam que os problemas cotidianos são situações que ocorrem no dia a dia e necessitam de uma solução prática, já os problemas escolares são caracterizados por ter uma investigação mais fechada, onde os procedimentos e recursos necessários são fornecidos pelo professor, mas cabe ao aluno a tarefa de tirar suas conclusões. Por último, os problemas de cunho científico, que são problemas que buscam sua solução apoiados em métodos científicos, através de experimentos planejados, medições precisas, condições ideais e confronto de hipóteses a partir dos resultados obtidos.

Para o contexto escolar, Pozo e Crespo (2009) classificam os problemas escolares em três categorias: problemas qualitativos, problemas quantitativos e pequenas pesquisas. Os problemas escolares qualitativos são de caráter teórico, nos quais o aluno não precisa se apoiar em experimentos ou cálculos numéricos. Nesse tipo de problema, o aluno faz uso do seu conhecimento prévio e articula com as novas informações recebidas a fim de poder chegar a possíveis soluções

para um problema proposto. Esse tipo de problema apresenta-se como uma boa ferramenta para se trabalhar os conhecimentos prévios e científicos do aluno, além de proporcionar um ambiente para discussões em grupos (BATINGA; TEIXEIRA, 2013).

Para os problemas escolares quantitativos, o aluno faz uso da linguagem matemática, apoiando-se em representações numéricas, podendo desenvolver cálculos para se chegar a uma solução. Para esse tipo de problema é comum que os alunos usem de estratégias baseadas na manipulação de dados, comparações numéricas, utilização de fórmulas e/ou equações. É comum que esse tipo de problema tenha como solução uma resposta numérica, o que leva o aluno a crer, em muitos casos, ter conseguido solucionar o problema ao encontrar uma resposta numérica, no entanto esse tipo de ação pode não favorecer o aluno a refletir sobre o processo de construção durante sua resolução (POZO, 1998).

Para Pozo (1998) é importante que o professor faça intervenções para esses casos, demonstrando para o aluno a importância dos problemas quantitativos e que estes não se baseiam apenas em encontrar uma resposta final, mas sim serem tratadas como um meio de se chegar à solução.

Já os problemas do tipo pequenas pesquisas, fazem uso da pesquisa para se chegar à solução do problema proposto, podendo desenvolver os procedimentos necessários dentro ou fora de laboratório, com auxílio de instrumentos, realizando registros e análise de dados, sistematizações etc. Esse tipo de problema se torna interessante quando se deseja trabalhar a aplicação de conteúdos teóricos na prática, pois seu desenvolvimento permite a transferência dos conceitos escolares para âmbitos relacionados ao cotidiano (BATINGA; TEIXEIRA, 2013).

Um problema ainda pode ser caracterizado pela quantidade de soluções possíveis. Assim, segundo Perales (2000) um problema que possui mais de uma maneira de ser solucionado é classificado como problema aberto. Esse tipo de problema se torna interessante porque permite que os alunos possam seguir por diferentes caminhos e proponham diferentes soluções, dando abertura para

discussões sobre as estratégias utilizadas e quais podem ser as mais adequadas para solucionar o problema (PERALES, 2000).

Já quando o problema permite apenas uma única solução, segundo Perales (2000) esse tipo é classificado como fechado. Esse tipo de problema não permite diferentes respostas, pois traz como solução uma resposta única, mas viabiliza se partir de diferentes perspectivas e instiga os alunos a analisarem de diferentes maneiras a solução para o problema. Assim possibilita margem para que se possa levantar diferentes hipóteses e analisar qual(is) seria(m) a(s) melhor(es) opção(ões), ou seja, analisar vários caminhos que convergem em uma única resposta (PERALES, 2000).

De modo a contribuir para a aprendizagem e no desenvolvimento de competências e habilidades nos alunos, Soares et al. (2016) sugerem que é fundamental que os professores utilizem diferentes tipos de problema, de modo a proporcionar que os alunos possam entrar em contato com distintos procedimentos de resolução e aumentem o seu próprio repertório de estratégias de resolução.

3.1.3 Implementação da metodologia de Resolução de Problemas

A didática que utiliza a Resolução de Problemas possibilita oportunidades para que o aluno possa elevar o desenvolvimento de suas habilidades e competências, além de incentivá-los, à medida que vão resolvendo mais problemas. Além disso, a Resolução de Problemas permite uma maior interação dos alunos em sala de aula, visto que, no decorrer do processo de resolução os alunos podem e devem discutir suas ideias com outros alunos e com o professor, favorecendo uma maior integração social (FERNANDES, 2014).

No processo de implementação da metodologia da Resolução de Problemas deve haver um alinhamento entre o professor e os conhecimentos que ele possui sobre a metodologia, bem como os objetivos que ele pretende alcançar. O desenho da implementação da metodologia deve partir de uma escolha cuidadosa dos problemas, podendo o professor selecioná-los e adaptá-los de fontes confiáveis ou até mesmo do próprio livro didático, mas se torna interessante que os problemas sejam desconhecidos para os alunos e que

preferencialmente os problemas abordem o contexto onde eles estão inseridos (ONUChic, 2008). Nessa perspectiva o professor pode analisar por exemplo, um contexto próximo a realidade dos alunos e a partir disso, apresente problemáticas que estejam relacionadas ao contexto escolhido e assim possa discutir com os alunos. Alguns autores propõem passos/etapas que poderão ser seguidas para a implementação do processo dessa metodologia.

Leite e Afonso (2001) sugerem a atividade de Resolução de Problemas divididas em quatro fases, cada qual com seus objetivos e tempo de duração diferentes, estando descritas como: (1) seleção do contexto; (2) formulação dos problemas; (3) resolução do(s) problema(s); (4) síntese e avaliação do processo.

Na primeira fase (1) o professor, de acordo com os conteúdos que pretende trabalhar, seleciona um contexto problemático na qual possa proporcionar o surgimento de questionamentos, que por sua vez sejam capazes de despertar nos alunos o interesse em resolver problemas, de forma que possibilite a aprendizagem dos conteúdos tratados nos problemas apresentados.

Na segunda fase (2) os alunos terão a missão de formular problemas para o contexto selecionado pelo professor. Nesse sentido, os alunos serão os principais responsáveis pelo desenvolvimento dessa etapa, enquanto o professor atua como mediador, auxiliando indiretamente os alunos no esclarecimento de possíveis dúvidas. Após a identificação dos problemas, o professor iniciará as discussões com os alunos a fim de selecionarem os problemas mais relevantes a serem tratados.

Na terceira fase (3) os alunos iniciarão a resolução do(s) problema(s) proposto(s). Nesse cenário os alunos terão a missão de interpretar, planificar a resolução, propor estratégias, chegar à solução e por fim avaliá-la. Todo esse processo será mediado mais uma vez pelo professor, além disso, os alunos poderão consultar diversas fontes de informações, como: livros, revistas, relatórios, documentários, jornais, filmes, etc., através de meios impressos ou digitais. É possível que em algumas situações, a depender dos objetivos, os alunos precisem realizar atividades laboratoriais, visita de campo, entrevistas, etc.

A quarta e última fase (04) concebe a elaboração da síntese e reflexão sobre o processo desenvolvido. Alunos e professor juntos irão verificar se o(s) problema(s) apresentado(s) inicialmente apresenta(m) solução ou não, com base em conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais aprendidos durante o processo de resolução. Além disso, há também uma avaliação em termos de aprendizagem, bem como em termos de desenvolvimento pessoal, social, ético e moral durante o processo de resolução.

Aznar e Nieto (2009) sugerem alguns passos para a implementação da metodologia: (1) Análise qualitativa do problema – Introdução a temática a ser trabalhada, seguida da análise do enunciado do problema e identificação das concepções acerca do tema. Em alguns casos pode ser necessário uma nova reformulação do problema, de acordo com as interações dos alunos; (2) Projeção de hipóteses – Após o primeiro passo, os alunos poderão propor as primeiras hipóteses acerca da resolução do problema; (3) Elaboração de estratégias de resolução – Elaboração de planos estratégicos que possam ajudar a resolver o problema; (4) Resolução do problema – Os grupos de alunos deverão resolver o problema de diferentes formas para que possam comparar suas respostas e reconheçam possíveis semelhanças, além disso, serão incentivados a detalhar verbalmente todo o processo e estratégias utilizadas para resolver o problema, de modo que possam ser identificadas falhas. O professor atua indiretamente nessa etapa, mediando o processo a fim de auxiliar os alunos a superar dificuldades; (5) Análise de resultados – Realização de uma análise geral das resoluções desenvolvidas para o problema a fim de identificar dificuldades ocorridas ao longo do processo, bem como os conhecimentos construídos e as estratégias utilizadas.

A utilização da Resolução de Problemas em sala de aula depende dos objetivos que o professor queira alcançar com seus alunos (SOARES; FERNDANES; CAMPOS, 2014). Como muitas das atividades didáticas objetivam avaliar a aprendizagem, a Resolução de Problemas também proporciona cenários que podem ser avaliados

Destacamos algumas orientações apresentadas por Batinga (2010) que trata da abordagem da Resolução de Problemas direcionadas ao ensino da Química. As orientações foram uma adaptação de um trabalho realizado por Gil

Perez, Martinez Torregrosa, Senent Perez (1988), pontuadas em: (1) propor problemas que sejam relacionados a temas de cunho sócio-científicos, decorrentes de situações vivenciadas pelos alunos em seu contexto social, através de problematização(ões); (2) Promover discussões e reflexões dos alunos acerca da relevância dos problemas apresentados; (3) Promover análises qualitativas que possam ajudar a compreender o(s) problema(s) proposto(s) e formular perguntas que ajudem a buscar respostas; (4) Enfatizar as hipóteses levantadas como sendo um ponto importante do processo de resolução de problemas e considerar como chave para nortear o tratamento dos problemas, assim como um processo que também torna explícita as concepções dos alunos; (5) Realizar as análises com base nas hipóteses propostas e fundamentadas teoricamente, evitando resultados desprovidos de conceituação química; (6) Refletir sobre os caminhos e estratégias adotadas durante a busca por resposta para o problema, destacando o papel da comunicação e do debate a resolução dos problemas; (7) Evidenciar e destacar o trabalho coletivo durante a resolução de problemas, por meio da socialização do conhecimento construído ao longo do processo, destacando a interação entre professor e alunos, bem como alunos e alunos, nos grupos de trabalho.

Mediante as propostas apresentadas até aqui, podemos identificar pontos que são convergentes, ou seja, que estão presentes nas orientações trazidas pelos autores, como por exemplo: seleção de contexto, preferencialmente vinculado ao cotidiano dos alunos; apresentação de uma problemática; levantamento de hipóteses; elaboração e organizar possíveis soluções para o(s) problema(s); análise e reflexão dos resultados obtidos durante todo o processo, com base nos conhecimentos construídos e apresentados.

As orientações são válidas, mas não são modelos ou regras únicas a serem seguidas pelo professor durante as estratégias metodológicas com Resolução de Problemas, pois diante do que foi apresentado, percebe-se que trabalhar com a abordagem da resolução de problemas não é uma tarefa simples para os professores. Cabe ao docente analisar a melhor maneira de empregá-la, podendo seguir as etapas propostas ou adequá-las à realidade na qual pretende aplicar.

3.1.4 Resolução de Problemas e o Ensino de Química

O ensino de Química muitas vezes tem sido pautado em metodologias tradicionais, baseadas na transmissão de conceitos e na memorização de conteúdos, resolução de listas de exercícios, frequentemente embasadas na aplicação de fórmulas ou técnicas padronizadas. Esse tipo de abordagem não favorece de maneira efetiva o aprendizado do aluno, pois é comum que as atividades aplicadas nesse contexto tendem a dificultar seu processo de aprendizagem. Em muitos casos o aprendizado construído pouco se relaciona com seu cotidiano e muitas vezes não faz sentido para o aluno, o que reflete na tentativa de reproduzir aquilo que ele aprendeu através da memorização.

O ensino de Química deve fazer sentido para o aluno e sua aprendizagem deve ser efetiva ao ponto de que ele seja capaz de gerenciar e aplicar seus conhecimentos dentro e fora do contexto educacional.

A utilização da Resolução de Problemas no ensino de Química tem sido discutida e investigada nos últimos anos. Autores como Medeiros e Goi (2020); Goi e Santos (2009); Batinga e Teixeira (2013); Piccoli et al. (2015); Lacerda, Campos e Júnior (2012); Fernandes e Campos (2014); Lima, Arenas e Passos (2017) apontam para o uso dessa metodologia como forma de potencializar o ensino da Química de maneira mais contextualizada e motivadora, promovendo uma aprendizagem mais efetiva e significativa.

Para Medeiros e Goi (2020) a proposta de utilizar a Resolução de Problemas articulada ao ensino da Química apresenta-se como potencializadora, uma vez que torna-se favorável a construção conceitual, procedimental e atitudinal dos alunos em relação aos conhecimentos químicos necessários para solucionar tarefas propostas.

De acordo com Goi e Santos (2009) a resolução de problemas articulada a um trabalho experimental, por exemplo, tornou-se uma estratégia favorável ao desenvolvimento das potencialidades criativas dos alunos, promovendo a mobilização de conhecimentos e habilidades, em decorrência da articulação entre teoria e prática. Para os autores, esse tipo de trabalho revela uma melhor participação dos alunos nas atividades que envolvem problemas trabalhados no

laboratório. Ainda segundo os autores, a Resolução de Problemas tornou-se uma estratégia motivadora para os alunos, podendo eles próprios criarem e organizarem planos para resolver os problemas propostos.

Para Batinga e Teixeira (2013) a proposta metodológica de Resolução de Problemas pode auxiliar os alunos no desenvolvimento de hábitos e estratégias que aproximem os problemas escolares aos problemas da ciência. As autoras destacam a importância para que os alunos saibam identificar os problemas escolares e relacionem ao seu cotidiano, de modo que se sintam motivados a querer resolver os problemas como um hábito e não apenas como uma tarefa proposta pelo professor.

Conforme Piccolli et al. (2015) a abordagem da Resolução de Problemas no ensino de Química proporciona uma maior participação dos alunos nas aulas, além de ser uma ótima estratégia para ensinar os conteúdos. Além disso, os autores pontuam que o uso dessa metodologia possibilita que os alunos busquem por estratégias e informações que serão úteis para resolver os problemas propostos. Por fim, os autores enfatizam que o uso dessa metodologia articulada ao ensino da Química proporciona mais autonomia aos alunos, bem como maior posicionamento diante dos colegas.

Segundo Lacerda, Campos e Júnior (2012) trabalhar conteúdos de Química a partir de situações-problemas pode ser uma alternativa positiva, uma vez que a inserção de estratégias didáticas diferenciadas em sala de aula contribui para o aprendizado do aluno. A partir de um estudo relacionado à temática agricultura, trabalhou-se situações-problemas envolvendo a discussão de um texto, manipulação de miçangas e um jogo de palavras cruzadas. Os resultados apontaram uma maior familiaridade com o tema, uma melhor relação com os conteúdos químicos e maior participação dos alunos no processo de resolução da situação-problema.

Fernandes e Campos (2014) avaliam que o uso de situações-problemas no ensino da Química confirma ser uma estratégia vantajosa, pois contribui para a motivação dos alunos durante a aprendizagem, melhora nas habilidades de classificação e representação dos conceitos aprendidos.

Lima, Arenas e Passos (2017) destacam como experiência positiva o uso da Resolução de Problemas como metodologia, visto que, demonstra possibilidades favoráveis de ensino para futuros professores de Química (assim como de outras áreas das Ciências Naturais) que queiram trabalhar com essa metodologia. Além do mais, a sequência didática envolvida no processo favorece para o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Se o objetivo é possibilitar um aprendizado mais efetivo, dinâmico e significativo, ao analisarmos a configuração da metodologia da Resolução de Problemas, podemos observar que trabalhar essa metodologia se constitui como uma prática que pode conduzir para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa (COSTA; MOREIRA, 2001).

3.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Segundo a concepção cognitivista, considera-se a aprendizagem um processo de armazenamento de informação, uma condensação a classes mais genéricas de conhecimentos, que são incorporados a estrutura na mente do indivíduo, de forma que possa ser manipulada e manuseada no futuro (MOREIRA; MASINI, 2006).

Nessa perspectiva o psicólogo David Ausubel, através de seus estudos sobre os processos de aprendizagem escolar, propõe a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) que tem por interesse compreender como o conhecimento é assimilado e de que maneira é estruturado na mente do indivíduo que está aprendendo. Partindo desse pressuposto, Ausubel traz como ideia central de sua teoria que o fator que mais favorece a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, ao qual é tratado como conhecimento prévio. Assim, podemos compreender que a aprendizagem passa a ser significativa para o aluno quando aquilo que ele vai aprender se relaciona de maneira não literal e não arbitrária com aquilo que ele já sabe.

Adicionalmente, segundo Ausubel (2003) para alcançar a aprendizagem significativa é preciso por um lado considerar a predisposição do aluno em aprender, e por outro a potencialidade do material utilizado durante o processo de ensino bem como as estratégias metodológicas utilizadas. Estando este

último fator relacionado ao cuidado em proporcionar a não literalidade e não arbitrariedade das relações entre as novas informações e o conhecimento prévio dos alunos. Tal ação consiste em sondar o que o aluno já conhece, avaliar que conhecimentos prévios são pertinentes e organizar o material lógico de maneira adequada a uma aprendizagem significativa.

Em alguns casos é comum que o aluno não disponha dos conhecimentos prévios necessários para um novo aprendizado, o que pode dificultar o processo. Quando o aluno não dispõe dos conhecimentos prévios adequados, é comum que ele recorra a tentar aprender de maneira mecanizada, ou seja, tentar memorizar o conteúdo. Segundo Moreira (2017) a aprendizagem mecânica configura-se na aprendizagem de novas informações que para o aluno tem pouquíssima ou nenhuma interação com seu conhecimento prévio, de modo que o mesmo não consiga estabelecer alguma relação com algum conhecimento novo a ser aprendido, por isso há dificuldades no processo de compreensão e entendimento. Nessa perspectiva, é muito comum que os alunos até saibam reproduzir o que aprenderam, mas essa aprendizagem é curta e não duradoura, ou seja, em um certo período de tempo o aluno já terá esquecido o que aprendeu.

Por outro lado, quando há conhecimentos prévios disponíveis na estrutura cognitiva do aluno e estes são devidamente relacionáveis a um novo conhecimento, essa relação passa a ter um significado, gerando um nível de compreensão e entendimento, caracterizando-se aprendizagem significativa na perspectiva ausubeliana.

Na aprendizagem significativa a estrutura cognitiva faz um papel de “ancoragem” para ideias novas, de modo que conceitos mais relevantes preexistentes são denominados de subsunçores. Para Moreira (2012) subsunçor é o termo utilizado para representar um conhecimento específico, já disponível na estrutura cognitiva do aprendiz, que por sua vez possibilita dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou até mesmo descoberto.

Os subsunçores podem ser proposições, modelos mentais, construtos pessoais, concepções, ideias e também conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 2012). São os subsunçores que irão ajudar o

aluno, através de um processo de negociação de significados, a compreender melhor um novo conhecimento.

Na medida que novos conhecimentos vão se relacionando a um determinado subsunçor, este vai ficando mais elaborado, tornando-se mais capaz de “ancorar” novos conhecimentos. Além disso, Moreira (2012) destaca que, progressivamente, o subsunçor vai ficando mais estável, mais diferenciado, mais rico em significado, facilitando ainda mais novas aprendizagens.

Caso o aprendiz não disponha de subsunçores necessários para a proporcionar a relação entre o conhecimento novo e o conhecimento prévio, é fundamental a utilização de organizadores prévios. De maneira geral, são materiais introdutórios que apresentam um elevado grau de abstração e generalidade, de modo a facilitar a aprendizagem e que segundo Moreira (2012) deve anteceder a abordagem do conteúdo a ser trabalhado, bem como possuir um elevado nível de abstração, generalidade e inclusividade, se comparado ao conteúdo do material a ser aprendido.

Segundo Ausubel, a principal função do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa aprender, dessa maneira a utilização dos organizadores prévios facilitam ou devem facilitar esse processo de aprendizagem, atuando como pontes cognitivas (MOREIRA, 2017). Desse modo, o papel do professor é de atuar de maneira a facilitar essas relações, podendo organizar o conteúdo do material partindo de informações mais gerais até chegar-se a informações mais específicas, bem como ao final do processo, retomar o caminho do que é mais específico até o que é mais geral. Nessa configuração, estariam sendo evidenciados dois movimentos característicos da aprendizagem significativa: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

É importante destacarmos que não existe material significativo, aula significativa ou qualquer que seja a metodologia escolhida, o significado de um novo conhecimento só será alcançado se o aluno demonstrar predisposição para querer aprender, ou seja, e isso ocorre de forma não arbitrária e não literal, do contrário ele poderá apenas recorrer à memorização e dessa forma configura-se na aprendizagem mecânica. É preciso evidenciarmos essa observação pois, em

uma turma ou para grupos distintos, o mesmo material instrucional ou qualquer que seja o recurso utilizado pelo professor, pode ter um valor significativo para uns e para outros não, o que remete aos dois tipos de aprendizagem (significativa e mecânica).

Corroboramos com a visão de Moraes, Ramos e Galiazzi (2012) cuja a concepção dos autores converge para a ideia de que aprender é envolver-se em um permanente processo de reconstrução do que já se conhece, onde o que se sabe servirá de ancoradouro para os novos saberes emergentes do processo de aprendizagem. Assim, pensar-se em alcançar uma aprendizagem significativa se faz necessário desempenhar os aspectos que podem facilitá-la.

Durante a aprendizagem significativa, os conceitos vão se relacionando aos subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, essa relação promove uma mudança de significados aos novos conceitos e aos subsunçores, em que tais subsunçores poderão ser organizados na estrutura cognitiva do aprendiz de maneira hierárquica.

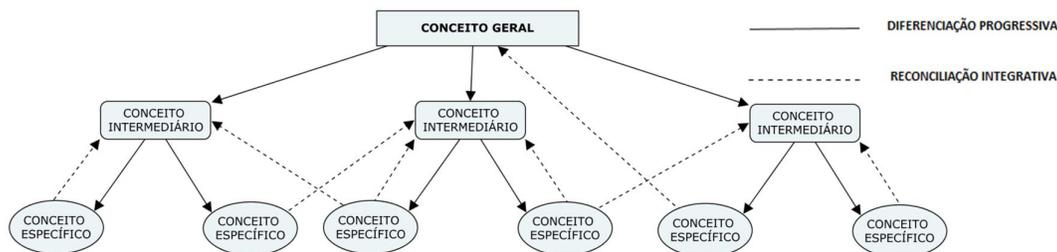
É de se considerar como mais comum no processo de aprendizagem, o ser humano tem mais facilidade em aprender partindo do que é mais geral e ir conectando aspectos específicos, do que partir do mais específico e ir construindo conexões até se chegar ao mais geral.

Do ponto de vista ausubeliano, a diferenciação progressiva é facilitada quando os conceitos mais gerais, de um determinado campo de conhecimento, são apresentados de forma introdutória. Dessa forma, estes conceitos podem ser desenvolvidos à medida que informações específicas vão sendo introduzidas e relacionadas, esta ação basicamente resume como a diferenciação progressiva ocorre. Durante o processo de diferenciação progressiva é possível observar que podem haver reorganizações dos conceitos pré-estabelecidos na estrutura cognitiva do aprendiz, e à medida que novos conceitos são assimilados, essas reorganizações possibilitam reconciliações integrativas entre eles.

O processo de reconciliação integrativa entre os conceitos é apresentado por Moreira (2012) como uma dinâmica da estrutura cognitiva, que consiste em excluir diferenças perceptíveis, resolver inconsistências, integrar significados e

promover superordenações. A figura 1 traz uma representação genérica da dinâmica de como a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa atuam na estrutura cognitiva do aprendiz.

Figura 1 – Diagrama com representação genérica do movimento diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa.



Fonte: O autor (2022).

Ao se elaborar mapas conceituais, normalmente segue-se uma ordem processual (não é obrigatório) onde o ponto de partida começa dos conceitos mais gerais e inclusivos, passando-se pelos conceitos intermediários, chegando-se aos conceitos mais específicos, todo esse percurso reflete a diferenciação progressiva de ideias, ao passo que ao se estabelecer ligações cruzadas, voltando ou apontando outras relações, têm-se a reconciliação integradora de ideias (MOREIRA, 1980).

3.2.1 Formas de aprendizagem significativa

Quando novos conhecimentos, ideias ou proposições se relacionam com algum conhecimento prévio (subsunçor) mais geral e inclusivo do aprendiz, é dito que houve um processo de subordinação, na qual é classificada como *aprendizagem significativa subordinada*. Por exemplo, supondo que o aprendiz possua internalizado em sua estrutura cognitiva o conceito de *energia*, mas ao decorrer do processo de aprendizagem, lhe é apresentado diferentes formas de energia, a exemplo da energia renovável e não renovável, desse modo, se o conhecimento prévio for capaz de ancorar os novos tipos de energia que lhe foi apresentado, ocorrerá um processo de subordinação, sendo assim, agora o conceito energia passa a ser mais amplo e mais rico em significado.

Ausubel (2000) destaca que, quando o material de aprendizagem apenas exemplifica uma ideia já existente na estrutura cognitiva do aprendiz, essa aprendizagem é significativa derivativa. Porém, quando o material for uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação de proposições que já foram apreendidas em um momento anterior, essa aprendizagem é significativa correlativa.

Outro princípio decorrente da aprendizagem significativa surge quando novos conhecimentos, novas ideias ou proposições mais gerais e mais abrangentes, são incorporadas aos conhecimentos prévios do aluno e passa a subordiná-los, esse tipo de aprendizagem é chamada de *aprendizagem significativa superordenada*. Nessa forma de aprendizagem, o aprendiz percebe relações cruzadas, ou seja, não apenas subordinação entre os conhecimentos que já adquiriu de maneira significativa, mas também semelhanças e diferenças entre os conhecimentos, reorganiza-os cognitivamente e passa a hierarquizá-los (MOREIRA, 2013).

Tomando o exemplo anterior, se o aprendiz aprende de maneira significativa os conceitos *energia renovável* e *energia não renovável* é possível que o mesmo consiga perceber que há semelhanças e diferenças para os dois tipos, podendo chegar ao conceito geral *energia*, mas que os dois tipos citados são tipos específicos deste, ou seja, o conceito *energia* tornou-se mais geral e inclusivo, passando agora a subordiná-los.

Uma outra forma de aprendizagem significativa é a *combinatória*, onde o aprendiz assimila um novo conceito ou ideia, sem haver relação por subordinação ou supeordenação entre os conceitos específicos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Nesse processo de aprendizagem, os conceitos se relacionam aos conhecimentos prévios, em sua forma mais ampla. Para Moreira (2017) é como se a nova informação fosse potencialmente significativa por ser relacionável à estrutura cognitiva de um modo mais amplo, e não por conhecimentos específicos, como acontece na aprendizagem por subordinação ou superordenação.

Foram apresentados até aqui, de maneira sucinta, o que é aprendizagem significativa, as condições para a sua ocorrência e as formas de aprendizagem

significativa e como facilitá-la. Algumas metodologias apresentam-se como facilitadores da aprendizagem significativa, a exemplo da Resolução de Problemas que tem como um de seus princípios, trabalhar a partir do conhecimento prévio do aluno.

3.2.2 Aprendizagem significativa na Resolução de Problemas

A aprendizagem significativa, como discutida anteriormente, envolve principalmente a presença de conhecimentos prévios disponíveis na estrutura cognitiva do aluno, o que na teoria de Ausubel (2003) é o principal fator que possibilita a ocorrência dessa aprendizagem. Na perspectiva de autores como Ausubel e Novak, a Resolução de Problemas apresenta-se como um caminho que pode levar a aprendizagem significativa, uma vez que faz uso do conhecimento prévio durante a solução do(s) problema(s). Conforme afirmam Costa e Moreira (2001), se o aluno possui conhecimentos prévios disponíveis que possibilitam uma reorganização do conhecimento, a resolução do problema poderá então contribuir para uma aprendizagem significativa.

No processo de Resolução de Problemas o aprendiz precisa ser capaz de dar significado para o problema proposto, mas é necessário primeiramente que ele consiga representá-lo intrinsecamente, sendo assim, construir imagens, proposições ou modelos mentais (COSTA; MOREIRA, 2001).

Para facilitar esse processo, é necessário que o professor tome consciência daquilo que o aluno já sabe e a partir dessa constatação, desenvolva estratégias que possam auxiliá-los. Caso o aluno não apresente os conhecimentos prévios específicos necessários, o professor deve apresentar fontes variadas de informações, de maneira que possa ajudar os alunos a aumentar seu repertório de informações/conhecimentos. Isso pode ser feito através dos organizadores prévios: materiais introdutórios, pesquisas, etc. O fornecimento desses recursos informativos, em alguns casos, visa suprir a ausência dos conhecimentos prévios necessários para a introdução de um problema, dado que se o aprendiz não dispõe de informações necessárias para a discutir sua solução, poderão surgir dificuldades na compreensão do problema.

Na Resolução de Problemas é preciso que o aluno desenvolva habilidades necessárias que possibilitem a mobilização de conhecimentos entre distintos contextos. Essa mobilização favorece a organização de planos estratégicos que se adequem ao problema a ser resolvido.

A técnica de mapeamento conceitual pode ser um viés para se trabalhar durante a Resolução de Problemas, visto que, possibilita elucidar o conhecimento prévio do aluno, através de suas estruturas conceituais, bem como monitorar as mudanças que essas estruturas sofrem ao longo do processo de aprendizagem, evidenciadas pelos movimentos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Dessa forma, os mapas conceituais poderão configurar-se tanto como sendo uma ferramenta que poderá ajudar os alunos a ter uma noção dos conhecimentos prévios que possuem, bem como auxiliar na organização de estratégias que poderão utilizar para resolvê-lo.

No próximo tópico, são apresentadas as bases teóricas e fundamentais dos mapas conceituais, um importante instrumento que pode facilitar a aprendizagem significativa, bem como proporcionar uma aprendizagem de maneira mais efetiva, quando utilizado de acordo com os objetivos de aprendizagem.

3.3 MAPAS CONCEITUAIS

Os mapas conceituais foram desenvolvidos por Novak e seus colaboradores na década de 70, onde tinham por objetivo entender como o conhecimento era armazenado, organizado e representado na estrutura cognitiva de quem estava aprendendo. A utilização de mapas conceituais são uma maneira de esquematizar, graficamente, como o conhecimento está estruturado, além disso, esse instrumento tem como embasamento teórico a teoria da aprendizagem significativa, de Ausubel. Porém, se faz necessário evidenciar que os mapas conceituais não compõem a teoria Ausubel, mas foram desenvolvidos a partir de seu aporte teórico, com intuito de potencializar a aprendizagem significativa.

De maneira sucinta, mapas conceituais são um tipo de ferramenta gráfica em forma de diagramas, usadas para a organização e representação de um

determinado campo de conhecimento. Além do mais, como aponta Vekiri (2002), essa ferramenta auxilia na retenção e recuperação de informações durante o processo de aprendizagem.

Visualmente, apresentam uma organização hierárquica que incluem setas, o que em alguns casos são confundidos com diagramas de fluxos ou organogramas, entretanto, como explica Moreira (2007), os mapas conceituais não implicam uma sequência, direcionalidade ou temporalidade, mas sim, relações de com significados e hierarquias conceituais.

Mapas conceituais também são bastante confundidos com mapas mentais pois, podem apresentar de um modo geral, linhas representando conexões entre palavras, figuras ou símbolos e setas indicando o sentido das conexões, porém não apresentam uma organização hierárquica, muito menos apresentam palavras que justifiquem as conexões. Já os mapas conceituais, incluem conceitos que geralmente são palavras colocadas dentro de caixas ou círculos, conectados através de linhas com setas indicando o sentido da relação e palavras sobre as linhas, explicam a relação entre esses conceitos.

3.3.1 Mapas conceituais: características, construção e particularidades

Na literatura é possível encontrar várias características a respeito dos mapas conceituais, mas a predominante é a organização dos conceitos de maneira hierárquica, o que de certo modo facilita a sua visualização e entendimento. De acordo com Tavares (2007) um mapa conceitual hierárquico demonstra ser um instrumento adequado para representar, de maneira estruturada, como o conhecimento está sendo construído pelo aprendiz, além disso, o próprio Novak (1998) defende a premissa de que os mapas conceituais hierárquicos são úteis para representar o conhecimento, de modo que podem evidenciar ou serem utilizados para identificar, conceitos mais gerais e conceitos mais específicos.

Para Aguiar e Correia (2013) o conteúdo de um mapa conceitual fica mais fácil de ser compreendido quando ele está organizado de maneira hierárquica, onde os conceitos mais gerais são colocados no topo e os mais específicos ao longo dos níveis inferiores do mapa.

É comum que, em toda a extensão, os mapas conceituais hierarquizem seus conceitos de modo a organizá-los dos mais inclusivos, colocados no topo do mapa, enquanto os menos inclusivos estejam organizados mais abaixo. Entretanto, esse tipo de modelo é apenas uma maneira de construir um mapa conceitual, pois segundo Moreira (1997), os mapas conceituais necessariamente não precisam seguir esse tipo de modelo hierárquico. Todavia, em um mapa conceitual, deve ficar claro quais são os conceitos mais gerais e quais são os específicos.

Os mapas conceituais podem apresentar uma, duas ou mais dimensões. Os mapas com uma dimensão apresentam uma organização estrutural de forma linear ou vertical, de modo que, essa maneira de estruturar é um reflexo das primeiras tentativas de sua elaboração, o que deixa subentendido que há uma visão superficial da estrutural conceitual (SOUZA; BORUCHOVITCH, 2010).

Os mapas bidimensionais apresentam uma organização clara e completa das relações entre os conceitos. Os mapas com mais de duas dimensões apresentam estruturas que não são adequadas como recurso instrucional, pois possuem alto grau de abstração. Desse modo, os mapas bidimensionais são os mais adequados, pois permitem uma representação mais completa entre os conceitos (MOREIRA; MASINI, 2006).

Convém deixar claro que, as formas e suas representações dependem dos conceitos e das relações propostas, da maneira como os conceitos estão representados, relacionados, diferenciados e os critérios utilizados para organizá-los ao longo do mapa (MOREIRA; BUCHWEITZ, 1987).

Um mapa conceitual não é baseado apenas em conceitos ligados e hierarquizados. Esses diagramas são compostos por um conjunto de elementos que forma todo o seu arcabouço, ou seja, um mapa conceitual deve conter, além do que já foi citado anteriormente, *linhas com setas*, *termos de ligação*, *proposições* e todo seu conteúdo deve responder a uma *pergunta focal*.

As linhas com setas indicam o sentido das relações entre os conceitos, o que torna mais fácil a leitura do mapa conceitual. E qual a importância das setas? A ausência de setas nas linhas poderá dificultar a leitura (Figura 2a), pois caso se queira ler um mapa construído por outra pessoa é preciso saber onde começa

e onde termina uma relação entre conceitos, dessa forma as linhas com setas (Figura 2b) ajudam a guiar o leitor no mapa conceitual.

Figura 2 – Mapas conceituais com relações entre conceitos sem setas em (a) e com setas em (b).



Fonte: O autor (2022).

Esse modelo (figura 3b) é apenas uma sugestão, a princípio não é obrigatório que as linhas contenham setas.

Os termos de ligação ou frases de ligação, são palavras utilizadas para justificar as relações entre dois ou mais conceitos. A escolha das palavras deve ser criteriosa, não são quaisquer palavras que se adequam, pois assim como explicam Souza e Buruchovitch (2010), a elas conferem o papel de elucidar o tipo de relação existente entre os conceitos que unem, de modo simples e objetivo.

Quando dois conceitos são unidos por um termo de ligação (geralmente um verbo flexionado), formam uma proposição. O termo proposição se refere a um conjunto de palavras, que unidas tem um alto grau de clareza semântica. Um exemplo de proposição pode ser apresentado pela figura 3.

Figura 3 – Diagramas representando à ausência de proposição em (a) e presença de proposição em (b).



Fonte: O autor (2022).

Esse tipo de exemplo apresentado na figura 3 demonstra a importância do uso de termos de ligação durante o processo de construção de mapas conceituais, pois evidenciam a clareza semântica como já mencionado.

A junção de todos esses elementos supracitados tem por objetivo, além de estruturar o conhecimento, responder a uma pergunta. Assim como aponta Novak e Cañas (2010), o ideal é que os mapas conceituais sejam elaborados com a finalidade de responder uma questão, na qual é denominada pergunta focal. A pergunta focal exerce um papel fundamental nos mapas conceituais, pois contribui em nortear o tema abordado e a delimitar os conceitos utilizados. Como nosso objeto de estudo tem um direcionamento voltado a Resolução de Problemas via mapas conceituais, podemos considerar então que a pergunta focal de um mapa pode ser um problema do tipo aberto, uma vez que esse tipo de problema sugere interpretação do enunciado, carece de uma análise e seleção dos conceitos para sua discussão, necessita de articulação entre os conceitos escolhidos, assim como a sua resolução não segue um único caminho a ser seguido.

Assim, apresentados todos os elementos que compõem um mapa conceitual, é preciso saber como construí-los. De maneira objetiva, para construir um mapa conceitual se faz necessário seguir alguns passos básicos: (1) selecionar os conceitos chaves; (2) escrevê-los dentro de figuras geométricas; (3) organizá-los dos mais gerais aos mais específicos, de modo que os mais gerais fiquem no topo e os mais específicos descendo ao longo do mapa; (4) interliga-los utilizando linhas com setas e frases de ligação, indicando o sentido das relações e formando proposições, respectivamente.

Os mapas conceituais não exigem equipamentos sofisticados, apenas lápis e papel já é suficiente para elaborá-los, basta seguir os passos sugeridos anteriormente, embora seja possível utilizar programas computacionais que são próprios para a construção de mapas conceituais, como o *CmapTools*¹. Este software é gratuito e apresenta recursos que permitem a formatação dos mapas conceituais, além de permitir adicionar recursos como: sons, imagens, vídeos,

¹ Cmaptools é uma ferramenta de elaboração de esquemas conceituais através de estruturas gráficas.

textos e até outros mapas conceituais para detalhar ainda mais os conceitos (CABRAL; OLIVEIRA, 2003).

O resultado esquemático da elaboração de mapa conceitual depende de alguns fatores, como por exemplo, a compreensão do mapeador em relação ao tema abordado e o seu entendimento em relação a técnica. Porém, Novak e Cañas (2010) fazem uma abordagem importante onde esclarecem que, um mapa conceitual nunca estará finalizado, é preciso sempre estar revisitando-o, pois, outros conceitos podem ser acrescentados, o que resultará em novas versões. Cada nova versão de um mapa conceitual, pode evidenciar novas aprendizagens acontecendo, de acordo com os princípios da aprendizagem significativa –diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Além disso, um mapa conceitual deve ser visto como “um mapa conceitual” e não “o mapa conceitual” de um determinado grupo de conceitos ou campo de conhecimento (MOREIRA; MASINI, 2006). Ainda assim, o conteúdo de um mapa conceitual, como citado anteriormente, é idiossincrático e depende do conjunto de significados que o mapeador externaliza ao construir seu mapa.

É possível encontrar na literatura algumas técnicas que são sugeridas como critérios para se elaborar bons mapas conceituais. Em um dos trabalhos propostos por Aguiar e Correia (2013) os autores apresentam quatro parâmetros que caracterizam bons mapas conceituais: (1) proposições com clareza semântica; (2) pergunta focal; (3) organização hierárquica; (4) revisões contínuas do mapa conceitual.

O primeiro parâmetro (1) refere-se a clareza semântica das proposições, onde os autores supramencionados destacam como um dos elementos mais importantes em um mapa conceitual. É necessário que se tenha um termo de ligação conectando os conceitos, de modo que seja capaz de elucidar a associação entre eles, além disso, a presença de um verbo junto ao termo de ligação favorece a compreensão, entretanto é preciso estar atento flexão temporal do verbo, pois elas podem invalidar a clareza semântica da proposição.

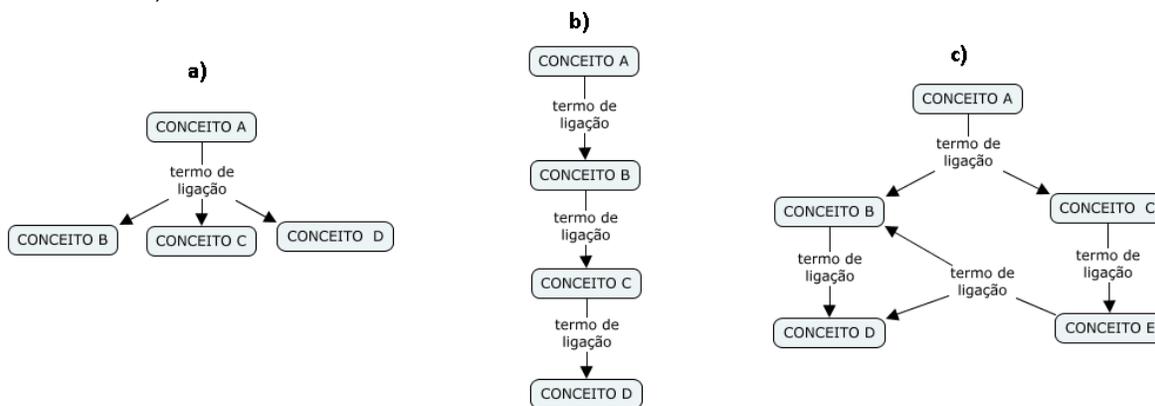
O segundo parâmetro (2) trata da pergunta focal que é um fator primordial para um mapa conceitual, visto que, a pergunta focal direciona o mapeador sobre o tema a ser abordado e delimita-o. Além disso, como aponta Aguiar e Correia

(2013) esse parâmetro pode evidenciar o poder crítico do mapeador em relação à escolha dos conceitos que serão abordados no mapa.

O terceiro parâmetro (3) considera que um bom mapa conceitual deve apresentar uma organização hierárquica bem estruturada. Tal organização é vista durante o processo de elaboração do mapa conceitual através da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora dos conceitos. Assim, as hierarquias conceituais de um mapa refletem o domínio de um mapeador sobre determinado campo de conhecimento e como se deu a sua aprendizagem.

Desse modo, na figura 4 podem ser apresentadas estruturas típicas de mapas conceituais: a) *radial*; b) *linear*; c) *em rede*.

Figura 4 – Diagramas representativos de estruturas típicas de mapas conceituais: a) radial; b) linear e c) em rede.



Fonte: O autor (2022).

Ainda sobre as estruturas apresentadas, Aguiar e Correia (2013) trazem explicações para tais elaborações, de maneira que: mapas radiais figura 4(a) representam o início da aprendizagem, onde o um único conceito é utilizado para servir de conexão para os demais, mas quando há um aumento no domínio do tema, isso acarretará num encadeamento sequencial de conceitos, formando um mapa do tipo linear figura 4(b). E por fim, quando há o estabelecimento de relações entre os conceitos, o que sugere uma maior compreensão sobre o tema, surge então um mapa do tipo rede figura 4(c). É possível observar que mapas lineares (b) e em rede (c), apresentam vários níveis hierárquicos,

corroborando com aspectos de diferenciações progressivas e reconciliações integrativas (no caso de mapas em rede).

Nesse contexto, Tavares (2007) afirma que o mapa conceitual hierárquico se coloca como um instrumento oportuno para estruturar o conhecimento que está sendo construído pelo aprendiz, além disso, torna-se para o aprendiz um adequado instrumento facilitador da aprendizagem e de seus próprios processos de aprendizagem.

É possível perceber então, como um mapa conceitual pode trazer evidências sobre a compreensão de um determinado tema, além de promover a organização do pensamento de forma dinâmica e criativa.

3.3.2 Mapas conceituais como instrumento de ensino

Diante dos complexos processos de aprendizagem, há uma demanda voltada para os professores que visam um enfoque mais estimulante, desvelando os movimentos de adequação e produção dos conhecimentos desenvolvidos, tanto em espaços escolares, como em espaços acadêmicos (RUIZ-MORENO et al., 2007).

No que tange o uso de mapas conceituais aplicados ao ensino, vários autores o apontam como um ótimo instrumento, visto que, os mapas conceituais podem ser utilizados para demonstrarem as relações hierárquicas entre conceitos que são abordados no conteúdo de uma aula, por exemplo.

Essa ferramenta gráfica permite a construção, a organização, a representação e a avaliação do conhecimento de modo diferenciado, visto que, quando são adequadamente empregados e aplicados como recurso, caracterizam-se como instrumentos potencializadores da aprendizagem significativa dos alunos, além disso, como recurso didático, os mapas conceituais são instrumentos facilitadores no processo de ensino e aprendizagem. Diferentemente do que é promovido nas didáticas tradicionais, esse recurso promove aulas mais aprazíveis, dinâmicas e eficazes, o que reforça e intensifica a aprendizagem significativa (LORENZETTI; DA SILVA, 2018).

Segundo Novak e Gowin (1996), os mapas conceituais são instrumentos simples, capazes de tornar explícito a maneira como cada aluno estrutura e correlaciona os conceitos aprendidos durante o processo de aprendizagem.

Os mapas conceituais também podem ser úteis quando se deseja trabalhar estratégias de modo colaborativo com os alunos, pois como afirmam Peña et al. (2005), quando o processo de elaboração é realizado de modo conjunto, explora uma série de fatores que estimulam a participação coletiva, em que tais fatores são mobilizados durante o processo de construção.

Mapas conceituais também podem ser utilizados como ferramenta avaliativa, tanto para fins qualitativos, como quantitativos. Para o presente estudo, nos debruçamos a avaliação de maneira qualitativa, pois desse modo é possível analisar a compreensão do aluno sobre determinado conteúdo. Não somente esse viés, pois segundo Moreira e Buchweitz (1987) é possível avaliar no mapa conceitual como o aluno desenvolve a estrutura, hierarquização, relações, caracterização, integração dos conceitos em um determinado campo de estudo.

3.4 TRATANDO DOS COMBUSTÍVEIS COMO FONTE DE ENERGIA PARA UMA ABORDAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA

A Química tem um papel fundamental nos dias atuais, contribuindo diretamente para o desenvolvimento de soluções e tecnologias que estimulam o progresso da sociedade. Uma das áreas onde a Química se mostra fundamental e tem grande contribuição é na utilização de combustíveis como fonte de energia.

Atualmente grandes são as discussões quanto ao uso e demanda desses combustíveis, visto que, as fontes geradoras são de caráter renovável e não renovável. Os combustíveis não-renováveis são formados ao longo de vários anos, como a exemplo do petróleo que é formado pelo acúmulo de matéria orgânica. Já os combustíveis renováveis são produzidos de forma mais rápida, como por exemplo, o etanol gerado a partir da cana-de-açúcar. De acordo com Arredondo (2019) os chamados de biocombustíveis, são qualquer tipo de combustível de origem biológica, com exceção dos combustíveis fósseis. A maior

parte dos biocombustíveis são produzidos a partir de biomassas renováveis, como soja, milho e a já citada cana-de-açúcar, entre outras (MARAN; ANDRADE; OLIVO, 2019).

Desde a sua criação, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM, já apontavam para que o Ensino da Química no Ensino Médio pudesse promover uma articulação entre os conhecimentos da área para com a sociedade, meio ambiente e cotidiano (BRASIL, 2002). De acordo com a BNCC (2016) o Ensino de Química deve possibilitar e desenvolver a contextualização sociocultural, linguagens das ciências, práticas e procedimentos investigativos, assim como conhecimentos conceituais (BRASIL, 2016).

Um dos desafios da educação atual é conseguir estender os conhecimentos escolares para além da sala de aula, de modo que os alunos possam se apropriar desses conhecimentos, refletir sobre eles e intervir na realidade onde estão inseridos. Dessa forma, concordamos que a educação precisa ser mais contextualizada de forma que os temas atuais sejam aproximados à realidade desses alunos. Esse tipo de abordagem aproxima os assuntos disciplinares a realidade do aluno, o que contribui para a sua formação social e torna a disciplina mais interessante e dinâmica. Assim, de acordo com essas abordagens podemos discutir a seguir sobre o tema na qual temos interesse em tratar.

A busca por fontes de energia alternativas tem sido uma das grandes preocupações da humanidade, uma vez que o ser humano sempre se deteve a utilizar apenas fontes naturais de energia, mas com o avanço urbano e das atividades industriais, tornou-se necessário atender às demandas impostas. O carvão mineral foi um dos principais combustíveis utilizados no período da Revolução industrial, mas com o avanço tecnológico foi preciso buscar novas fontes que atendessem as necessidades, desse modo o petróleo passou a ser a principal matriz energética da sociedade. O petróleo já era utilizado há 4.000 a.C no Oriente Médio, mas foi na transição entre o século XIX e XX que passou a ser utilizado em maior escala como combustível (CARVALHO, 2008).

Mais da metade do petróleo que havia no planeta originalmente já foi explorado e extraído. Uma pesquisa realizada por geólogos em 2006,

apontavam que o pico ocorreria entre 2020 e 2040 (BAIRD; CANN, 2011). Mesmo com as incertezas, não se sabe o tempo necessário para que a produção chegue ao seu limite, mas sabe-se que por se tratar de uma fonte não-renovável, ela irá acabar. Boa parte dos combustíveis utilizados hoje são de origem fóssil, o que representa a maior parte da matriz energética global.

O petróleo é uma das fontes de energia não-renovável mais importante do Brasil e do mundo. Atualmente sua principal aplicação é na produção de combustível automotivo, como a gasolina e o óleo diesel. A dependência dessa preciosa matéria prima tem colocado o mundo em alerta, pois sabemos que esse recurso é finito.

As matrizes de energia renováveis também possuem um certo limite, mas se comparadas às não-renováveis estes estão longe de serem atingidos, pois o planeta dispõe de vários recursos renováveis dos quais podem ser obtidos a partir das tecnologias atuais. Além disso, muitos dos recursos oriundos das fontes renováveis possuem ciclos de reabastecimento a curto prazo.

Na produção bioenergética, a cana-de-açúcar tem se destacado quanto a produção de etanol e bioeletricidade. Buscando fontes alternativas de produção de energia, foi desenvolvido e implementado no Brasil o Programa Nacional do Alcool – Proálcool, que visava suprir a demanda de importação do petróleo devido e produzir uma matriz energética capaz de atender às suas necessidades. O etanol ganhou destaque na economia brasileira devido às contribuições ambientais, sociais e econômicas. Em termos de geração de energia, os biocombustíveis são menos eficientes, porém menos poluentes e mais acessíveis do que os combustíveis não-renováveis.

Um ponto de muita importância que deve ser levado em conta ao se falar sobre combustíveis como matriz energética, é quanto a sua viabilidade econômica e seus efeitos sobre o meio ambiente (quantidade de gases emitidos na atmosfera). Mundialmente, as emissões de gases geradas pelos combustíveis é um assunto crítico tratado pelas grandes potências mundiais que tratam do assunto, discutindo políticas e medidas de ações que viabilizem a diminuição das emissões de gases poluentes.

A importância de tratar dessas discussões para a sala de aula toma como base a necessidade de trazer para os alunos situações que são corriqueiras ao seu dia-a-dia e na qual eles precisam refletir, se posicionar e até mesmo intervir como cidadãos.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo abordamos o caminho metodológico proposto para o desenvolvimento desse estudo, onde são apresentados inicialmente, a caracterização da pesquisa, seguidamente do campo de estudo e participantes, assim como a justificativa de escolha. Por fim, os procedimentos investigativos, os instrumentos que foram utilizados para a coleta de dados e os métodos de análise dos dados.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo, buscou analisar a construção e reconstrução de mapas conceituais e se esse processo mobilizado pelo desafio proposto na resolução de um problema do tipo aberto, contextualizado a partir da temática “combustíveis como fonte de energia”, poderia promover a aprendizagem significativa de conceitos de Química, mediante os movimentos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

O estudo proposto é de natureza básica, uma vez que segundo Prodanov e Freitas (2013), visa gerar conhecimentos novos, mas sem aplicações imediatas. Para o nosso contexto, nos direcionamos a conhecer os mecanismos de organização mental na assimilação e significação de conteúdos de química (relacionados ao tema combustíveis como fonte de energia) quando se manipula mapas conceituais em uma resolução de problemas.

De acordo como o estudo foi pensado, uma abordagem qualitativa configura-se como o melhor caminho, uma vez que para Gerhardt e Silveira (2009) a pesquisa de cunho qualitativo não está interessada em representações numéricas, mas com o aprofundamento da compreensão de um determinado grupo social ou até mesmo uma organização. Algumas das características da pesquisa qualitativas são: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local de determinado fenômeno; observância de diferenças entre o mundo social e o natural (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Para melhor compreendermos esse tipo de método, Godoy (1995) explica que é necessário ir a campo “coletar” o que se pretende estudar, a partir das perspectivas das pessoas que estão envolvidas em determinado contexto. Além disso, como os dados coletados passaram por uma análise interpretativa, na visão de Chizzoti (2010) esse tipo método busca compreender as experiências dos participantes, que representações eles formam e os conceitos que elaboram.

Entendemos que nosso estudo é de caráter descritivo e exploratório. Consideramos descritiva, pois através dos instrumentos de coleta de dados, buscamos classificar, explicar e interpretar os dados obtidos. Segundo Prodanov e Freitas (2013) esse tipo de método visa a descrição de características para determinada população ou fenômeno, como também a relações entre certas variáveis e envolve o uso de técnicas padronizadas na coleta de dados. Com relação à pesquisa ser de caráter exploratório, levou-se em consideração a análise dos aportes teóricos que trouxeram uma maior aproximação com o nosso objeto de estudo, visando delimitar nosso problema de pesquisa e propor hipóteses.

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa exploratória tem como finalidade proporcionar mais informações sobre o assunto investigado, possibilitando sua definição e delineamento, tornando-o mais fácil a delimitação do tema da pesquisa. Além disso, as investigações do levantamento bibliográfico demonstraram poucos trabalhos relacionados ao nosso objeto de estudo e segundo Gil (2008), a pesquisa exploratória objetiva familiarizar-se com um assunto pouco explorado.

4.2 SUJEITO E CAMPO DE PESQUISA

O estudo contou com sete (07) discentes provenientes do curso de Química-Licenciatura, vinculados ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), no ano de 2021, da Universidade Federal de Pernambuco, do Centro Acadêmico do Agreste (CAA). Os discentes foram divididos em dois grupos, sendo três (03) para o grupo A e quatro (04) para o grupo B.

A escolha dos participantes e do campo de estudo ser no curso de Licenciatura em Química se deu pelo fato de que, os alunos já possuíam uma certa familiaridade com os mapas conceituais, o que nos levou a considerar um ponto favorável, assim como o tema trabalhado durante as etapas do estudo também ser próximo a realidade dos discentes. Além disso, consideramos que a pesquisa poderia contribuir no aprendizado dos participantes, além de possibilitar que os envolvidos pudessem se apropriar de uma metodologia diversificada em suas futuras práticas de ensino, de modo que também pudesse contribuir para um ensino diversificado, dinâmico e significativo.

Para garantir o anonimato dos participantes desse estudo, não foram tratados os nomes reais dos participantes, mas sim por nomes fictícios escolhidos pelo pesquisador. Não houve descrição de gênero, bem como raça ou qualquer particularidade dos participantes.

4.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

- Estar devidamente matriculado(a) no Curso de Licenciatura em Química, na Universidade Federal de Pernambuco, no Centro Acadêmico do Agreste (CAA) assim como no PIBID, no ano de 2021, durante o período de realização da coleta de dados.
- Possuir e-mail institucional (como aluno) vinculado a instituição, sendo este necessário para ter acesso as salas virtuais utilizadas durante o período de coleta dos dados.
- Participar de todas as etapas durante o período em que o estudo será realizado.
- Concordar e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) – Coleta de Dados Virtual, após todo esclarecimento sobre a aplicação do estudo.

4.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

- Não ter interesse em participar da pesquisa.

- Não estar devidamente matriculado(a) no Curso de Licenciatura em Química e no PIBID, no período de realização da coleta de dados.
- Não possuir o e-mail institucional (como aluno) vinculado a instituição.
- Ausentar-se de qualquer uma das etapas da pesquisa.

4.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Em nosso estudo, utilizamos como instrumentos de coleta de dados, os mapas conceituais produzidos, as gravações em vídeo: a) dos momentos de elaboração dos mapas, b) dos registros dos momentos discussões (de maneira verbalizada) realizadas durante o processo de elaboração dos mapas, c) dos momentos de explicação da resolução da situação-problema proposta. Através das gravações em vídeo é possível reproduzir a fluência do processo que se deseja pesquisar, observar aspectos do que foi ensinado e aprendido, assim como identificar trechos que às vezes não são percebidos (BELEI et al., 2008).

Para atender as necessidades do nosso estudo, realizamos um processo formativo sobre mapas conceituais através de uma oficina, descrita a seguir:

A oficina é composta por quatro (04) encontros, onde serão realizados 1 encontro por semana, cujo objetivo é promover um processo formativo na elaboração de mapas conceituais. Durante o processo formativo iremos apresentar as bases teóricas e aspectos fundamentais sobre o que são mapas conceituais, como são construídos e de que maneira são utilizados, de modo que os participantes se familiarizem com a ferramenta metodológica. Apresentaremos aos participantes o software digital Cmaptools, direcionado a construção de mapas conceituais, onde poderão conhecer a plataforma do software e aprender como utilizá-lo.

Devido a pandemia do novo coronavírus (Covid-19) todos os encontros da oficina serão realizados de forma remota (online) através da plataforma do Google Meet. Os links das salas virtuais serão enviados previamente para o e-mail dos participantes. Os encontros estão descritos a seguir.

1º Encontro: Realizamos uma consulta prévia com participantes, para que pudéssemos identificar se os mesmos possuíam um conhecimento básico

sobre a ferramenta (mapa conceitual) e quais as possíveis dificuldades encontraram ao utilizá-la. De maneira a recapitular o que são os mapas conceituais, apresentamos as bases teóricas e aspectos fundamentais sobre a ferramenta, como são construídos e como usualmente são utilizadas, para que os participantes se familiarizassem ainda mais com a ferramenta metodológica.

Tratamos dos principais elementos que um mapa conceitual deve conter: pergunta focal; conceitos, setas, termos de ligação, proposições, organização hierárquica (diferenciações progressivas e reconciliações integradoras, para mapas em rede).

Apresentamos aos participantes o software digital Cmaptools, direcionado a construção de mapas conceituais, onde realizamos por um processo instrucional básico sobre como baixar, instalar e utilizar o programa, assim como os principais recursos que o software dispõe em sua plataforma. Esse processo era importante para a sequência da oficina pois, todos os mapas conceituais produzidos durante o processo formativo e investigativo deveriam ser elaborados na plataforma do Cmaptools.

Como atividade para o encontro seguinte, disponibilizamos previamente dois textos (ANEXO D) para leitura sobre mapas conceituais que apresentam alguns critérios sobre como construir bons mapas conceituais.

Este encontro teve uma duração de aproximadamente 1 hora e 30 minutos.

2º Encontro: Iniciamos este encontro discutindo os dois textos que foram disponibilizados no encontro anterior. Primeiramente, tomamos como referência o texto proposto por Novak e Cañas (2010) que trata de alguns aspectos sobre como construir mapas conceituais. Posteriormente, tratamos o texto de Aguiar e Correia (2013), cujo os autores apresentam alguns parâmetros para se construir bons mapas conceituais. O objetivo desse momento é esclarecer possíveis dúvidas sobre o processo de construção e esquematização dos mapas conceituais, bem como auxiliar os participantes a ter uma boa percepção do processo de elaboração de mapas conceituais. Posteriormente, foram demonstrados dois exemplos de bons mapas conceituais (ANEXO B) que seguem os critérios supracitados. Tratamos e enfatizamos essa abordagem inicialmente, pois a construção de mapas conceituais necessita de uma boa

compreensão por parte dos mapeadores, o que torna importante discutirmos bem sobre essa ferramenta.

Seguidamente, foi realizada uma discussão sobre a temática “*Combustíveis renováveis e não renováveis, com ênfase ao uso da gasolina e do etanol*” de forma expositiva e dialogada, na qual propomos um levantamento de ideias e concepções iniciais dos participantes a respeito da temática proposta. Em seguida, abordamos uma problemática sobre a temática, seguida de uma situação-problema em forma de “*pergunta focal*” (quadro 2) relacionada a problemática.

Quadro 2 - Problemática e situação-problema sobre o tema combustíveis como fonte de energia.

PROBLEMÁTICA
<p>As pressões ambientais pela redução na emissão de gases poluentes, somadas ao anseio pela diminuição da dependência do petróleo, fizeram os olhos do mundo se voltarem para os combustíveis renováveis, principalmente para o etanol. Líderes na produção e no consumo de etanol, Brasil e Estados Unidos da América (EUA) produziram, juntos, cerca de 35 bilhões de litros do produto em 2006. Os EUA utilizam o milho como matéria-prima para a produção desse álcool, ao passo que o Brasil utiliza a cana-de-açúcar.</p> <p style="text-align: right;">Fonte: Enem 2007 (adaptado)</p> <p>Na década de 70, o governo brasileiro criou e implantou o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) em uma tentativa de usar o álcool como combustível que pudesse vir a diminuir o consumo de derivados do petróleo (gasolina). Além disso, foi desenvolvido para evitar o aumento da dependência externa de divisas quanto aos choques do preço do petróleo.</p> <p style="text-align: center;">Fonte: PróAlcool - Programa Brasileiro de Álcool. Disponível em: https://www.biodieselbr.com/proalcool/pro-alcool/programa-etanol</p>
SITUAÇÃO- PROBLEMA
<p>“Com o petróleo sendo uma matriz energética não renovável, a que ponto o etanol, como fonte de energia, poderia tornar-se uma solução para o futuro?”</p>

Fonte: O autor (2022).

Posteriormente, os participantes divididos em dois grupos, foram direcionados para salas virtuais separadas no Google Meet, através de links disponibilizados pelo pesquisador. Um dos objetivos para esse momento foi provocar nos participantes um levantamento de ideias e concepções que pudesse ajudar na discussão do problema proposto. Após as discussões, cada grupo foi orientado a construir no Cmaptools um mapa conceitual (versão 01)

que pudesse apresentar através de sua construção e posteriormente sua leitura (explicação), a possível solução encontrada para a situação-problema apresentada. Após a elaboração, o mapa conceitual foi enviado para o e-mail do pesquisador (disponibilizado pelo pesquisador) no formato Arquivo JPG (.jpg), com o número da versão do mapa e o nome do grupo.

Ao final desse momento, os participantes receberam (via e-mail) um texto base (ANEXO C) correlacionado ao tema trabalhado no 2º encontro, onde o intuito era realizar uma leitura prévia que daria suporte às atividades que seriam desenvolvidas no 3º momento. Este encontro teve uma duração de aproximadamente 2 horas.

3º Encontro: Esse momento foi realizado pelo aplicativo do *Google Meet*², onde os participantes receberam o link da sala virtual (via e-mail). Com os participantes presentes, solicitamos que fizessem a socialização das principais ideias e concepções captadas durante a leitura do texto base disponibilizado no último encontro, estando livre para abordarem ideias e/ou concepções que não foram contempladas no texto, mas que julgavam como pertinentes para as discussões. Posteriormente, os participantes foram orientados a se reunirem em seus respectivos grupos através de um link (distinto para cada grupo) na qual a atividade proposta era visitar seu respectivo mapa conceitual (versão 01) construído no último encontro.

Cada grupo analisou seu mapa, atentando-se para a estrutura e a respectiva resolução do problema proposto, de modo que, puderam/poderiam realizar modificações necessárias: retirar ou acrescentar conceitos e/ou relações, analisar proposições e reorganizar a estrutura do mapa, desse modo, cada grupo “elaborou” a segunda versão de seu mapa conceitual – mapa conceitual 2. Para esse momento, foram realizadas intervenções durante a visita ao mapa, por meio de questionamentos a respeito das escolhas dos conceitos iniciais, conceitos novos, relações conceituais, dos termos de ligação, das proposições e da hierarquia dos conceitos. Esse tipo de intervenção teve como finalidade incentivar os participantes a justificarem, de modo verbalizado, as escolhas realizadas durante o processo de resolução do problema/construção do mapa. Caso algum grupo ou ambos optassem por não realizar mudanças

² *Google Meet* é um serviço de comunicação através de vídeo desenvolvido pelo Google.

nessa nova versão do mapa conceitual, tínhamos como intenção, pedir que justificassem tal escolha (não querer alterar). O mapa conceitual (versão 02) foi enviado para o e-mail do pesquisador no formato Arquivo JPG (.jpg), com o número da versão do mapa e o nome do grupo. Esse encontro teve duração de aproximadamente 2 horas.

4º Encontro: Este encontro também foi realizado pelo aplicativo do Google Meet, onde cada grupo apresentou o mapa conceitual (versão 02) produzido no encontro anterior (2º momento), demonstrando os caminhos, critérios ou ideias escolhidas para chegar na possível solução do problema proposto. Posteriormente, propomos um momento de confronto entre as “ideias propostas para solucionar o problema”, onde os mapas conceituais serviram como organizadores mentais para que os grupos justificassem suas respectivas soluções para o problema. Durante esse momento, os grupos puderam fazer anotações em seu próprio mapa conceitual, de modo a reorganizar as ideias apresentadas, podendo sistematizá-las, reorganizar o mapa ou até reconstruí-lo. O objetivo dessa etapa foi propor que os mapas conceituais fossem utilizados como organizadores das ideias utilizadas para propor e justificar a resolução final do problema.

Após o debate, cada grupo dirigiu-se para uma sala virtual do Google Meet, através de links disponibilizados pelo pesquisador, onde deveriam gerar uma versão final de seu mapa conceitual – mapa conceitual (versão 03). O mapa foi enviado para o e-mail do pesquisador no formato Arquivo JPG (.jpg), com o número da versão do mapa e o nome do grupo. Ao término dos encontros, cada grupo construiu 3 versões de mapas conceituais de uma mesma situação-problema (pergunta focal), onde estes foram parte da análise dos dados coletados. Esse encontro teve duração de aproximadamente 1 hora e 30 minutos.

Evidenciamos que, o processo formativo era necessário para que os participantes tivessem domínio sobre a técnica de construção de mapas conceituais, pois de acordo com Correia e Aguiar (2017), um período de treinamento, bem como processos colaborativos, pode evitar o uso ingênuo dessa ferramenta.

O material produzido no processo formativo não fez parte das ações investigativas, bem como das análises dos resultados. Além disso, mediante as circunstâncias da pandemia do novo coronavírus (Covid-19), seguimos os protocolos sanitários como medida de prevenção, dessa forma todas as etapas de investigação e coleta de dados desse estudo foram realizadas de forma remota (on-line), através da plataforma do Google Meet. Nesse contexto, nosso estudo contou, de forma adaptada, com o modelo híbrido de ensino *à la carte*, que segundo Horn, Staker e Christensen (2015) as atividades podem ser realizadas de forma online.

Entre as vantagens de se trabalhar nesse formato juntamente com as salas virtuais do Google Meet, foi a possibilidade de gravação das etapas de coleta dos dados sem a necessidade de que os participantes aparecessem nas filmagens, visto que, é muito comum que nesse tipo de técnica de coleta de dados os participantes se sintam intimidados por estarem sendo filmados, o que poderia ocasionar possíveis interferências no comportamento natural dos participantes e conseqüentemente comprometer os resultados do estudo.

Todos os dados coletados na pesquisa foram armazenados, transformados em arquivo físico (transcrições das gravações durante o momento de discussão dos textos, produção dos mapas e explicação da resolução da situação-problema) e em arquivo digital (formato Arquivo JPG .jpg) sob a devida responsabilidade do pesquisador, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

4.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento dos procedimentos de investigação, os alunos foram convidados a resolver um problema escolar do tipo qualitativo: **“Com o petróleo sendo uma matriz energética não renovável, a que ponto o etanol, como fonte de energia, poderia tornar-se uma solução para o futuro?”**. A resolução foi proposta a acontecer de forma coletiva, construindo um mapa conceitual como organizador das ideias para resolução do problema. Inicialmente a partir de seus conhecimentos prévios e posteriormente retomando o problema a partir da leitura e discussão de um texto base.

Para auxiliar no processo de resolução do problema, tomamos como base as etapas de implementação trazidas por Aznar e Nieto (2009) (ANEXO E): **i) Realize uma análise qualitativa do problema** - enunciado e concepções a acerca do tema; **ii) Proponha hipóteses** - primeiras hipóteses que podem resolver o problema; **iii) Estratégias de resolução** - elabore planos de resolução do problema; **iv) Resolva o problema** – após traçar os planos, aplique-o; **v) Reflita a resolução** – refletir os caminhos utilizados sobre a resolução. Realizamos, uma explanação juntamente com os participantes, para que pudessem ter uma orientação sobre as etapas de resolução do problema.

Através de uma oficina sobre mapas conceituais, realizamos a apresentação da proposta do estudo, as temáticas que seriam trabalhadas, o objetivo da oficina, os requisitos necessários para a participação/exclusão da pesquisa, os esclarecimentos do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO A) onde foram tiradas todas as dúvidas necessárias para que o participante estivesse ciente dos benefícios e riscos do estudo. Disponibilizamos o e-mail e contato de telefone (WhatsApp) do pesquisador para que os participantes, que demonstraram interesse, pudessem entrar em contato e recebessem (individualmente) o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) Coleta de Dados Virtual, em formato de Documento Word, para que analisassem com calma e pensassem na proposta, antes de assinar e enviar para o e-mail do pesquisador.

4.7 ASPECTOS ÉTICOS

Este estudo foi realizado de acordo com a Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que regulamenta pesquisas com Seres Humanos.

- **RISCOS diretos para o voluntário:** Os principais riscos associados a essa pesquisa, estavam relacionados a possibilidade de haver constrangimento durante as etapas de coleta de dados, visto que os participantes estavam sendo filmados. Além disso, algumas etapas

tiveram duração de mais de duas horas, o que poderia ser considerado exaustivo por parte dos participantes. Assim, deixamos o ambiente o mais confortável possível no sentido de que os participantes se sentissem respeitados e livres para expor suas opiniões, bem como interagissem com o grupo. Esclarecemos que a qualquer momento da pesquisa, caso o participante se sentisse prejudicado ou desrespeitado, poderia deixar de participar sem qualquer prejuízo, bem como poderia ser ressarcido de alguma forma, através de acordo negociável entre ambas as partes, por danos morais ou qualquer constrangimento na qual tenha sido submetido.

- **BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários:** Possibilitou aos participantes um direcionamento aos aspectos que envolve a metodologia da Resolução de Problemas, voltada a uma aprendizagem significativa, através do uso de uma ferramenta gráfica (mapas conceituais) que permite que o participante coloque em prática seus conhecimentos de forma pontual, sem qualquer ônus. Além disso, o participante poderia compreender como diferentes atividades metodológicas poderão ajudá-lo a ter uma postura mais ativa frente ao processo na qual estará inserido. Asseguramos a todos os participantes a preservação e confidencialidade de todos os dados coletados, bem como o anonimato. Buscamos apresentar de forma clara os objetivos da pesquisa, todos os seus direitos como participante, buscando ouvi-los e dando total suporte no que for necessário, mediante os limites que envolvem a pesquisa. Tratamos sempre o participante em tom acolhedor, motivador e principalmente amigável para que se sentisse à vontade e motivado a participar de todas as etapas da pesquisa. Sempre que necessário, nos pusemos à disposição do participante para eventuais dúvidas ou dificuldades que surgissem antes, durante ou após a coleta de dados, de modo que o mesmo se sentisse confiável a todos os procedimentos.

4.8 METODOLOGIA DA ANÁLISE DE DADOS

Neste estudo analisamos os dados coletados na oficina, que foi estruturada de maneira que pudéssemos, através das atividades propostas, alcançar os nossos objetivos.

Sendo este estudo de cunho qualitativo, para apreciação dos dados coletados, realizamos então: i) transcrição de conteúdos obtidos nas gravações em vídeo; ii) identificação e categorização dos conteúdos analisados na resolução do problema, mediante as estruturas dos mapas.

Assim, para cada objetivo específico a seguir, descrevemos sua respectiva unidade de análise:

Objetivo específico 1: Analisar presença dos movimentos cognitivos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa na organização das ideias dos alunos com vistas à resolução do problema sobre combustíveis como fonte de energia;

Unidade de análise: Seleccionamos o mapa conceitual final (versão 03) e a partir das gravações em vídeo realizadas durante as construções dos mapas anteriores até o mapa final, buscamos identificar, recortar e transcrever trechos que apresentassem os movimentos de como se chegou à diferenciação progressiva e reconciliação integradora de conceitos de química, com base nas perspectivas teóricas da Aprendizagem Significativa discutidas por Ausubel (2003); Moreira (2012).

Objetivo específico 2: Avaliar a robustez dos conceitos de química relevantes a compreensão da temática dos combustíveis como fonte de energia, a partir de sua relação com os contextos científicos e outros contextos no decorrer da resolução do problema;

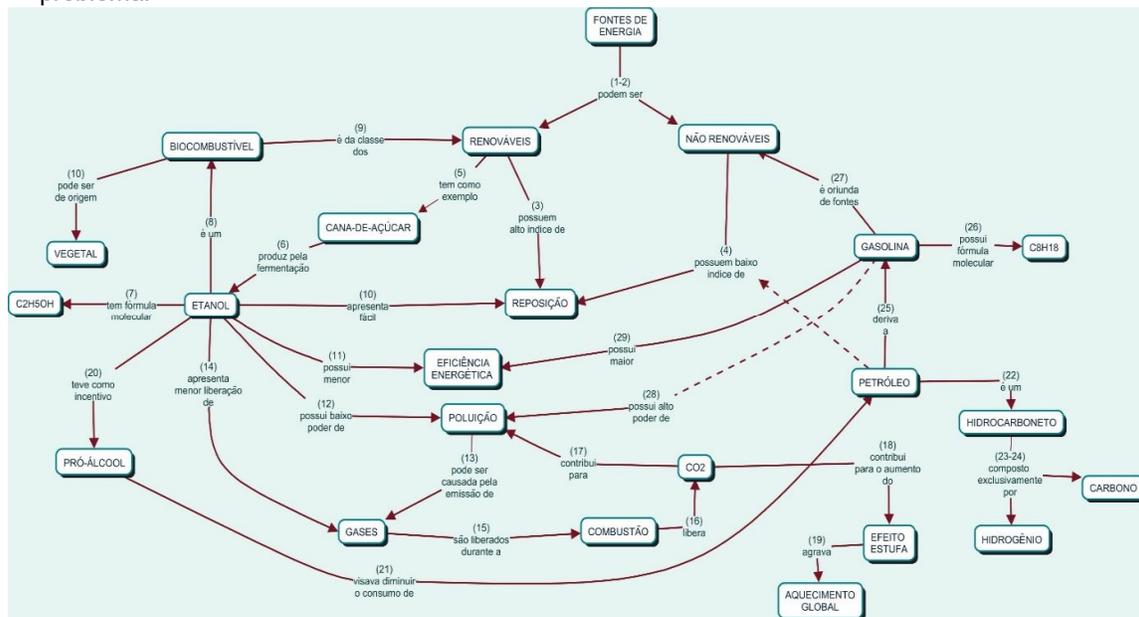
Unidade de análise: Analisamos **as relações conceituais** estabelecidas entre os conceitos de química que emergiram no mapa conceitual inicial (versão 01), posteriormente analisamos se essas mesmas relações conceituais aparecem modificadas após a construção do mapa conceitual final (versão 03).

Novas relações conceituais podem denotar a ressignificação dos conhecimentos prévios e um maior aprofundamento teórico.

Objetivo específico 3: Analisar a estruturação do processo de resolução do problema, a emergência dos conhecimentos prévios e seu papel na resolução do problema a partir das relações com os dados fornecidos no enunciado do problema.

Unidade de análise: Utilizamos um mapa conceitual de referência (protótipo – figura 5) fundamentado em Ribeiro e Schirmer (2017), considerando-o como uma possível resolução (hipótese) do problema proposto e fizemos a comparação com última versão (mapa conceitual 3) dos mapas construídos pelos grupos, analisando se estes mapas conceituais contemplavam boa parte dos conceitos e relações necessárias entre eles e de modo que possam responder ao problema.

Figura 5 – Mapa conceitual de referência que apresenta a hipótese de resolução da situação-problema.



Fonte: O autor (2022).

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Os mapas conceituais elaborados, durante as etapas de coleta de dados, foram analisados qualitativamente com base nas abordagens teóricas da Aprendizagem Significativa discutidas por Ausubel (2003); Moreira (1997, 2012) e dos mapas conceituais em Novak e Cañas (2010); Aguiar e Correia (2013). Com base nos nossos objetivos (geral e específicos) e de acordo com as unidades de análise atribuídas a cada objetivo específico, apresentamos os dados e as discussões realizadas, de forma que pudéssemos estar dialogando com nosso referencial teórico e assim atender aos objetivos propostos.

Nomeamos os grupos de G1 (grupo 1 – três integrantes) e G2 (grupo 2 - quatro integrantes) respectivamente, para que assim pudéssemos identificar apenas a origem dos dados, sem identificarmos os participantes. Dessa forma, trataremos dos dados a partir de cada objetivo específico.

Objetivo específico 1: Analisar presença dos movimentos cognitivos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa na organização das ideias dos alunos com vistas à resolução do problema.

Buscamos fazer a identificação, a partir de recortes e transcrição de trechos, de possíveis movimentos de diferenciação progressiva (conceitos mais gerais e inclusivos passam a ser mais detalhados a partir de novas relações com conceitos de caráter menos inclusivo) e/ou reconciliação integradora (conceitos passam a ser relacionados com outros conceitos de modo a apontar similaridades e diminuindo discrepâncias) a luz das perspectivas teóricas apresentadas neste trabalho, frente a organização das ideias para a resolver o problema proposto.

A primeira parte de análise dos mapas conceituais dessa etapa, consistiu em analisar como se deu possíveis movimentos cognitivos entre a elaboração da versão inicial (versão 1) até a versão final (versão 3). Com base nisso, queremos enfatizar que os recortes desse segmento são referentes aos movimentos cognitivos entre a versão inicial e posteriormente como se sucederam as modificações após a construção da versão 2 e 3.

As mudanças ocorridas entre a versão inicial e final foram demarcadas pela utilização de cores (laranja para os conceitos inseridos/modificados; linhas

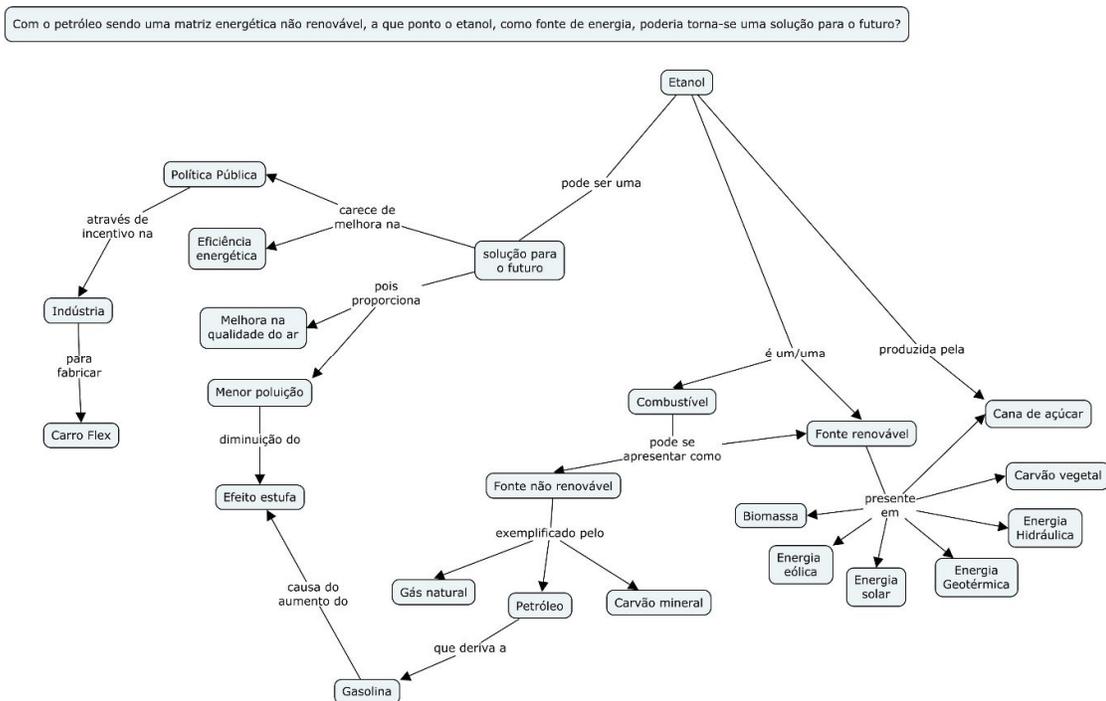
e setas em vermelho ou verde, de acordo com os movimentos cognitivos identificados – sendo vermelho para diferenciações progressivas e verde para reconciliações integradoras).

Nos quadros adiante, denominamos de **turnos** os trechos que foram recortados para análise, enquanto o **enunciado** são as transcrições das falas dos participantes durante os diálogos. A **ação** corresponde aos movimentos propostos durante a elaboração e organização do mapa, onde pudemos analisar e identificar os tipos de movimentos cognitivos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Análise dos mapas de G1

A figura 6 representa o mapa conceitual inicial elaborado pelo grupo 1, tendo como base para a elaboração seus próprios conhecimentos prévios e as informações captadas durante as discussões sobre a temática desse estudo.

Figura 6 - Mapa conceitual versão 1 elaborado por G1.



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

O quadro 3 apresenta a transcrição dos diálogos envolvidos durante as construções que levaram até a última versão do mapa. Houve a necessidade de trazermos e destacarmos quase todas as falas que refletem os momentos de construção para que assim fosse possível analisar as ações realizadas até a versão 3.

Quadro 3 - Transcrição e análise de trechos referente as modificações realizadas no mapa conceitual versão inicial para se chegar ao mapa final – G1.

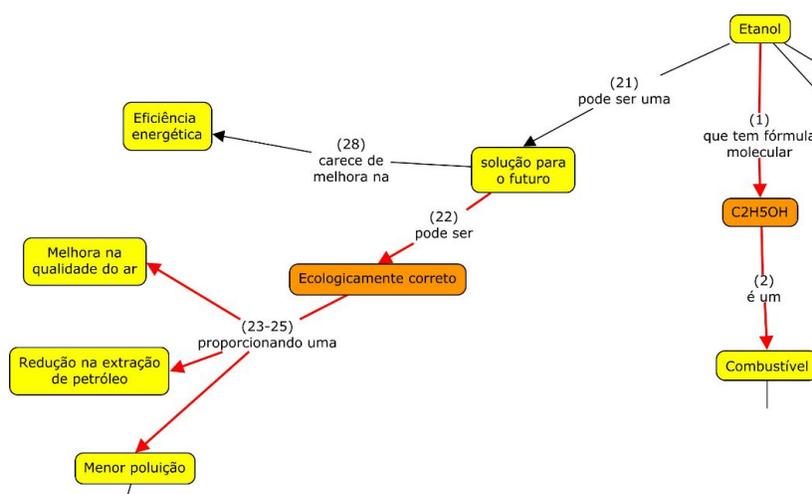
Turno	Enunciado	Ação
T1	<p>“Tem uma coisa nesse mapa que eu que é... que eu queria tirar”</p> <p>“Esse negócio de política pública, porque no texto tem falando que já tem investimento e meio que é um exemplo... o Brasil”</p> <p>“aí eu acho que é bom tirar né?”</p> <p>“tira!”</p> <p>“mas vocês acham que eu devo tirar da indústria? Também né?”</p>	Retira a ligação do conceito “solução para o futuro” aos conceitos “política pública” e “eficiência energética” .
T2	<p>“tu pensa em adicionar algum termo?”</p> <p>“eu pensei em colocar sobre reduzir a extração de petróleo”</p> <p>“reduzir a... tipo, parar de lançar gases poluentes, mas eu acho que tá relacionado aqui com a melhora na qualidade do ar né?”</p> <p>“O etanol pode ser uma solução para o futuro por ser ecologicamente correto”</p>	Liga o conceito “solução para o futuro” ao conceito “Ecologicamente correto” por meio do termo “por ser”.
T3	<p>“ecologicamente correto... aí a gente colocaria esse... pois proporciona uma melhora na qualidade do ar, menor poluição, diminuição do efeito estufa”</p>	Liga o conceito “Ecologicamente correto” aos conceitos “melhora na qualidade do ar”, “menor poluição” e “diminuição do efeito estufa” por meio do termo <i>“proporcionando uma”</i> .
T4	<p>“vou colocar aqui a fórmula”</p> <p>“pra ligar isso com a fórmula, qual vai ser o termo de ligação?”</p> <p>“etanol que tem fórmula molecular tal”</p> <p>“etanol que tem fórmula molecular C₂H₅OH é um combustível”</p>	<p>Liga o conceito “etanol” ao conceito “C₂H₅OH” através do termo <i>“que tem fórmula molecular”</i>.</p> <p>Liga o conceito “C₂H₅OH” ao conceito “combustível” através do termo <i>“é um”</i>.</p>
T5	<p>“ligar como está ligado aí em efeito estufa né?”</p>	Liga o conceito “gasolina” ao conceito “emissão de gases poluentes” através do termo <i>“que aumenta”</i>

T6	“a gente poderia colocar... é... diminuição do... com gases poluentes” “ligar como tá aí ligado ao efeito estufa né”?	Liga o conceito “ menor poluição ” ao conceito “ emissão de gases poluentes ” através do termo “ <i>que diminui</i> ”.
T7	“bota a fórmula aqui?” “sim, coloca!” “que tem fórmula molecular C8H18”	Liga o conceito “ gasolina ” ao conceito “ C8H18 ” através do termo “ <i>que tem fórmula molecular</i> ”
T8	“e esse negócio de solução para o futuro, será que pode colocar, tipo... carece, necessita ou não, como um termo de ligação” “fica bom, acho que pode!”	Realizam mudança do termo “necessita de melhora na” por “carece de melhora na”

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

A figura 8 apresenta um recorte da última versão do mapa onde permanecem destacados (em amarelo) os conceitos que fazem parte das ramificações do mapa inicial no qual foram identificados movimentos cognitivos, através de mudanças mediante a inclusão dos novos conceitos (em laranja) e das proposições formuladas. Tomando seguimento às análises do nosso primeiro objetivo, identificamos a partir das gravações em vídeo, as ações que levaram a estruturação dessas ramificações com indícios de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Figura 8 - Mapa conceitual final (recorte 1) de G1 destacando trechos que apresentam mudanças na rede conceitual com base na primeira versão.



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Nesse recorte, pudemos observar uma mudança entre as conexões já presentes no mapa anterior (versão 1) e a partir de uma negociação, G1

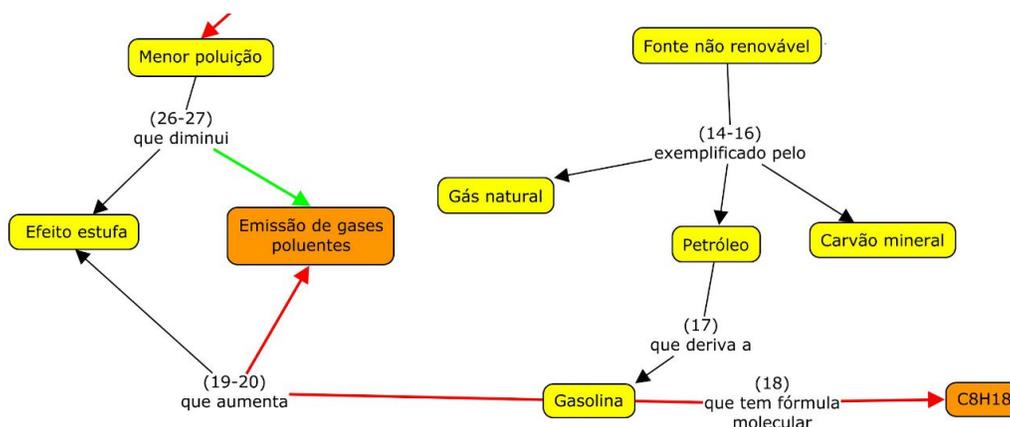
acrescenta o conceito “ecologicamente correto” que passa a se relacionar com os conceitos que estavam unidos a “solução para o futuro”, sendo assim, seguindo o fluxo das setas pudemos identificar que o conceito “solução para o futuro” se torna mais diferenciado, revelando assim um movimento de diferenciação progressiva (MOREIRA, 2012). Ao realizar essa nova relação conceitual, o grupo promove um aprimoramento de uma ideia (solução para o futuro) anteriormente pré-estabelecida a partir dos conhecimentos prévios (presente no mapa inicial), mas que após a leitura do texto de apoio bem como as discussões no grupo novas concepções foram agregadas ao mapa, provocando mudanças na rede conceitual.

Dessa forma, interpretamos que G1 reutiliza esses conceitos durante a negociação para justificar o porquê de o etanol ser ecologicamente correto. Ao realizar essa especificação, ocorre uma diferenciação progressiva, de forma que podemos considerar que o conceito “solução para o futuro” passa a subordinar tais conceitos.

Novamente, o grupo propõe novas relações identificadas pelas proposições 1 e 5, onde anteriormente no mapa 1 uma única ramificação contemplava duas proposições que apontavam distintos significados para o conceito etanol (é um/é uma), mas que a partir das revisitações do mapa tais proposições foram separadas para gerar ramificações distintas, no qual a proposição 1 é formada acrescentando-se o conceito “ C_2H_5OH ”, estabelecendo-se assim uma nova proposição através do termo “que tem fórmula molecular” deixando o conceito etanol ainda mais diferenciado e rico em significado (ocorreu pela adição de um conceito científico) sendo capaz de ancorar e receber novos conceitos. Percebemos que G1 apresenta a fórmula do etanol, objetivando descrevê-lo e especificá-lo com relação a outros combustíveis, como a exemplo da gasolina.

A figura 9 apresenta outro recorte onde permanecem em destaque (em amarelo) os conceitos que fazem parte das ramificações do mapa inicial e em laranja os novos conceitos acrescentados. Nesse sentido, observamos que houveram mudanças conceituais nesse fragmento em destaque.

Figura 9 - Mapa conceitual final (recorte 2) de G1 destacando trechos que apresentam mudanças na rede conceitual com base na primeira versão.



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

O quadro 4 refere-se ao trecho T5, T6 e T7 cujo os fragmentos descrevem os enunciados transcritos dos analisados em destaque na figura 9.

Quadro 4 - Transcrição e análise de trechos referente a construção do mapa conceitual versão final – G1.

Turno	Enunciado	Ação
T5	“ligar como está ligado aí em efeito estufa né?”	Liga o conceito “ gasolina ” ao conceito “ emissão de gases poluentes ” através do termo “ <i>que aumenta</i> ”
T6	“a gente poderia colocar... é... diminuição do... com gases poluentes” “ligar como tá aí ligado ao efeito estufa né?”	Liga o conceito “ menor poluição ” ao conceito “ emissão de gases poluentes ” através do termo “ <i>que diminui</i> ”.
T7	“bota a fórmula aqui?” “sim, coloca!” “que tem fórmula molecular C8H18”	Liga o conceito “ gasolina ” ao conceito “ C8H18 ” através do termo “ <i>que tem fórmula molecular</i> ”

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Em T5, o grupo propôs que a gasolina aumenta a emissão de gases poluentes, nesse caso, há uma nova relação conceitual atribuída ao conceito gasolina. Podemos sugerir que a adição do novo conceito, passa pela negociação entre um conceito que foi previamente estabelecido no mapa anterior (versão 1), mas a partir das discussões do texto base, o grupo traz um conceito que a princípio faz parte dos conhecimentos prévios dos participantes.

A relação entre esses dois conceitos gera uma nova ramificação para o conceito “gasolina” tornando-o mais diferenciado, dando indícios de uma diferenciação progressiva (MOREIRA, 2012).

Logo em seguida destacamos T6, onde surge uma sequência do diálogo anterior (T5) no qual G1 evidencia um contexto sobre poluição e aponta que há uma correlação com a liberação de gases. Há uma nova conexão, agora entre os conceitos “menor poluição” e “emissão de gases poluentes” através do termo “que diminui” que propõe justificar tal afirmação. Essa relação, aparentemente, sugere a integração do conceito “emissão de gases poluentes” a ramificação vizinha, da qual promove a recombinação de subsunçores e implica em significados mais ricos. Essa mudança pressupõe uma reconciliação integradora (em verde), já que os dois conceitos (antes de domínios distintos) passam a integrar uma mesma rede proposicional.

No turno seguinte, em T7, G1 propôs trazer a fórmula molecular da gasolina, agregando assim um conceito científico não contemplado nas discussões e nem mesmo no texto, mas salienta ser necessário para a construção do mapa. Ao trazerem um novo conceito sobre a gasolina, houve assim um movimento de diferenciação progressiva, já que essa ação estabelece uma subordinação entre conceitos com diferentes graus de generalidade, passando a torná-los ainda mais diferenciados, como já citado em situações anteriores.

De uma forma geral, pudemos observar que a maior parte das ramificações e relações estruturais dos mapas propostos por G1 seguiram um movimento de diferenciação progressiva, o que a princípio reflete a forma mais comum de se organizar as ideias, partindo do que é mais geral até o mais específico.

As diferenciações progressivas podem refletir um maior aprofundamento teórico do conteúdo, o que de fato ficou evidente nas demarcações realizadas nas figuras, já que novos conceitos (específicos) foram sendo agregados, ao longo do processo, a outros conceitos presentes no mapa inicial. Quando se há uma apropriação de conhecimentos específicos de um determinado campo de conhecimento e passa-se a relacioná-los aos subsunçores preexistentes na estrutura cognitiva, ocorre a reestruturação das ideias, levando os

conhecimentos prévios (subsunçores) a tornarem-se mais diferenciados e ricos em significados (MOREIRA, 1997).

Assim, de acordo com as considerações anteriores, levamos em conta que uma maior presença de mais movimentos de diferenciação progressivas, denota uma maior construção conceitual aprimorada a partir das atividades realizadas, dessa forma a resolução do problema constituiu-se como um desafio que leva a um esforço cognitivo dos alunos, que por ocasião tiveram que propor mais relações conceituais para estruturar a sua resolução.

Por outro lado, a presença de uma única reconciliação integradora dá indícios de que é necessário incentivar mais a análise do mapa como um todo, para que os alunos possam perceber possíveis similaridades e possam reconciliar as disparidades. Esse ponto pode ser aprimorado a partir das discussões em grupo, assim como, de uma melhor organização do material instrucional.

Os mapas conceituais são ferramentas que ajudam a compreender a estrutura cognitiva do aluno, bem como possibilita que ele próprio possa organizar suas ideias. A partir da reflexão do aluno materializada na forma de mapa conceitual deste modo, nos permite inferir que para além da busca de soluções, as complexas relações conceituais sugerem a habilidade de interpretar a questão e mobilizar os conceitos de forma significativa, (re)significando-os no processo de reflexão.

Análise dos mapas de G2

O quadro 5 apresenta a maior parte dos diálogos enunciados por G2 durante as discussões, na qual destacam-se posicionamentos, reflexões e negociações durante a construção do mapa conceitual versão 1.

Quadro 5 - Transcrição de trechos referente as ações que levaram até a construção do mapa conceitual versão inicial – G2.

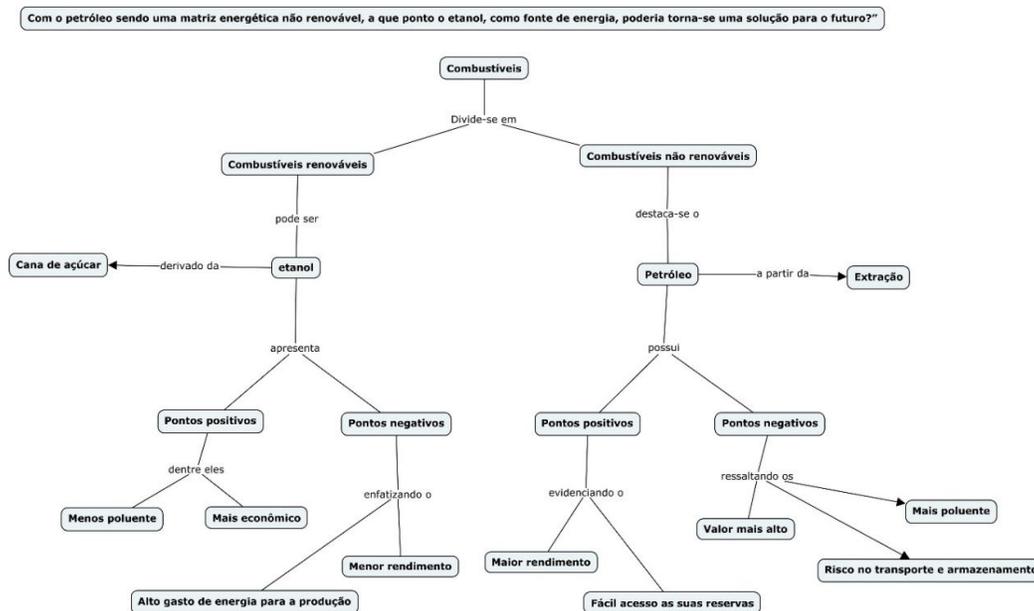
Turno	Enunciado	Ação
T1	<p>“combustível... aí fazia duas setinhas entre combustíveis renováveis e combustíveis não renováveis”</p> <p>“precisa do termo de ligação”</p>	Ligam o conceito “ combustíveis ” aos conceitos “ combustíveis renováveis ” e “ combustíveis não renováveis ” através do termo “ <i>divide-se em</i> ”

	“eu pensei a gente colocar: divide-se em... o que vocês acham?”	
T2	“a gente pode colocar tipo etanol porque já vem do combustível aqui... etanol... a gente coloca a setinha e pode colocar tipo... é”	Ligam o conceito “ etanol ” ao conceito “ combustíveis renováveis ” através do termo “ <i>pode ser</i> ”
T3	“é proveniente, acho que seria mais interessante” “poderia ser colocado derivado da...?” “derivado né? Acho que fica bom!”	Ligam o conceito “ etanol ” ao conceito “ cana de açúcar ” através do termo “ <i>derivado da</i> ”
T4	“aí o petróleo a gente bota...” “petróleo a partir da extração”	Ligam o conceito “ petróleo ” ao conceito “ extração ” através do termo “ <i>a partir da</i> ”
T5	“aí petróleo a gente puxa outra setinha pra cá e coloca aqui... pontos positivos...” “e outra pra cá... pontos negativos” “Petróleo possui pontos positivos e pontos negativos”	Ligam o conceito “ petróleo ” aos conceitos “ pontos positivos ” e “ pontos negativos ” através do termo “ <i>possui</i> ”
T5	“etanol derivado da cana-de-açúcar”	Ligam o conceito “ etanol ” ao conceito “ cana-de-açúcar ” através do termo “ <i>derivado da</i> ”
T6	“etanol apresenta pontos positivos e negativos”	Ligam o conceito “ etanol ” aos conceitos “ pontos positivos ” e “ pontos negativos ” através do termo “ <i>apresenta</i> ”
T7	“etanol” “pontos negativos... rende menos” “alto gasto de energia para a produção”	Ligam o conceito “ pontos negativos ” aos conceitos “ menor rendimento ” e “ alto gasto de energia para a produção ” através do termo “ <i>enfazando</i> ”
T8	“etanol” “pontos positivos... menos poluente” “mais econômico”	Ligam o conceito “ pontos positivos ” aos conceitos “ menos poluente ” e “ mais econômico ” através do termo “ <i>dentre eles</i> ”
T9	“e os pontos positivos do petróleo?” “um ponto positivo é que rende mais né?” “fácil acesso as suas reservas”	Ligam o conceito “ pontos positivos ” aos conceitos “ maior rendimento ”, e “ fácil acesso as suas reservas ” utilizando o termo “ <i>evidenciando o</i> ”
T10	“pontos negativos... valor mais alto” “ponto negativo do petróleo é que ele é mais poluente” “risco no transporte e armazenamento”	Ligam o conceito “ pontos negativos ” aos conceitos “ mais poluente ”, “ valor mais alto ” e “ risco no transporte e armazenamento ” utilizando o termo “ <i>ressaltando os</i> ”

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

A figura 10 traz a primeira versão do mapa conceitual elaborado por G2, construído com base nas discussões e nos conhecimentos prévios sobre o tema.

Figura 10 – Mapa conceitual inicial elaborado pelo G2.



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

O quadro 6 apresenta a transcrição dos diálogos envolvidos durante a revisitação da primeira versão do mapa conceitual elaborado, onde também pontuamos as ações realizadas pelo grupo durante as modificações ocorridas até chegarem no mapa final.

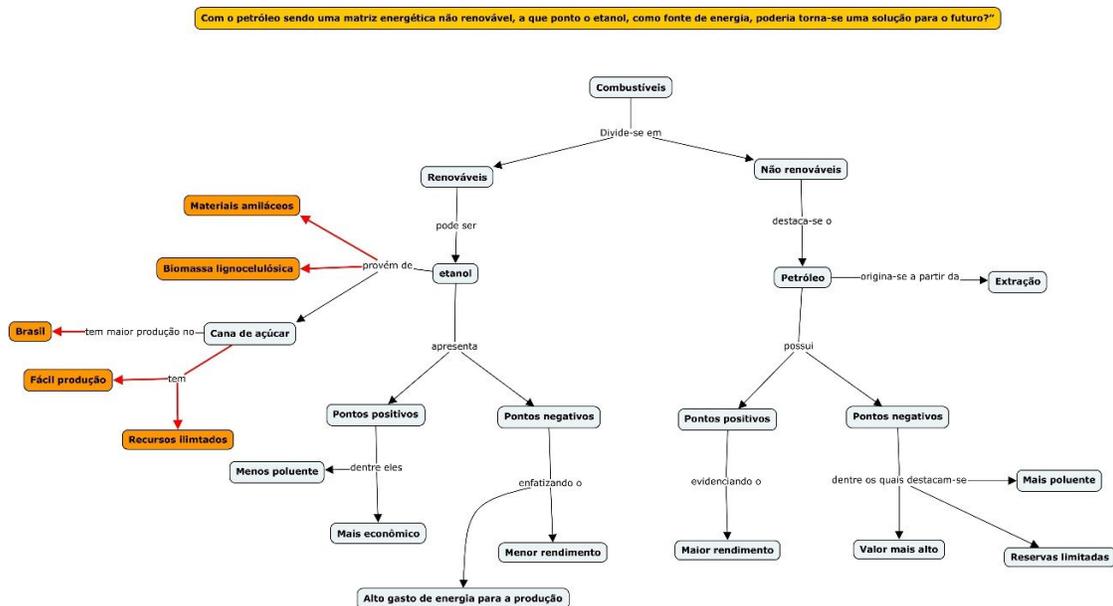
Quadro 6 - Transcrição de trechos referente as ações que levaram até a construção do mapa conceitual versão final – G2.

Turno	Enunciado	Ação
T1	<p>“a gente botou o etanol derivado da cana de açúcar, mas ele também pode ser de materiais amiláceos e da biomassa lignocelulósica”</p> <p>“e o termo... provém de?”</p>	Ligam o conceito “ etanol ” aos conceitos “ materiais amiláceos ” e “ biomassa lignocelulósica ” através do termo “ <i>provém de</i> ”
T2	<p>“o etanol envolve muito a questão de inclusão social e o desenvolvimento regional... já o petróleo ele é muito mais a questão de magnatas, pessoas mais ricas”</p> <p>“as pessoas mais carentes que que geralmente que trabalham né... aí vai dar mais emprego... é... pra a pessoa mais carente, vai gerar mais renda e tal”</p>	Ligam o conceito “ cana de açúcar ” ao conceito “Brasil” através do termo “ <i>tem maior produção no</i> ”
	<p>“no petróleo, em pontos negativos ao invés da gente colocar risco no transporte, a gente poderia reservas</p>	Apagam o conceito “ risco no transporte e armazenamento ” e mudam por “ reservas limitadas ”

T3	limitadas né? A fim de tudo o petróleo um dia vai acabar” “é, verdade!”	
T4	“o Brasil é o maior produtor de cana de açúcar?” “cana de açúcar tem maior produção no brasil...”	Ligam o conceito “ cana de açúcar ” ao conceito “ Brasil ” através do termo “ <i>tem maior produção no</i> ”
T5	“a cana de açúcar é de fácil produção, a gente pode colocar” “é um recurso ilimitado”	Ligam o conceito “ cana de açúcar ” ao conceito “ fácil produção ” através do termo “ <i>tem</i> ” Ligam o conceito “ cana de açúcar ” ao conceito “ recursos ilimitados ” através do termo “ <i>tem</i> ”
T6	“nos pontos negativos do petróleo, esse ressaltando tá meio estranho” “dentre os quais destacam-se?”	Apagam o termo “ ressaltando os ” e substituem por “ dentre os quais destacam-se ”
T7	“então, começando aqui a gente trouxe... combustíveis... e aí divide-se em combustíveis renováveis e não renováveis” “aí poderia tirar esse nome combustíveis, porque num já tem aqui?” “é... deixa só renováveis e não renováveis”	Alteram os conceitos “combustíveis renováveis” e “combustíveis não renováveis” por “renováveis” e “não renováveis” respectivamente.

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

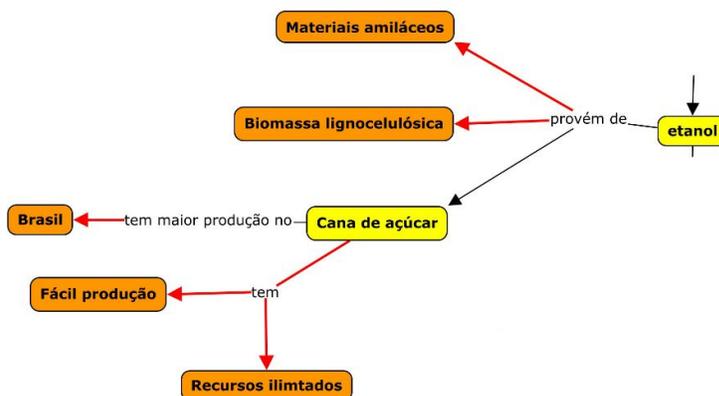
Figura 11 – Mapa conceitual final elaborado pelo G2.



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

A figura 12 é um recorte da última versão do mapa com destaque para os conceitos (em amarelo) que fazem parte das ramificações do mapa inicial e em laranja os novos conceitos acrescentados, bem como as novas proposições formadas.

Figura 12 - Mapa conceitual final (primeiro recorte) de G2 destacando trechos que apresentam mudanças na rede conceitual com base na primeira versão.



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

No quadro 7, destacamos os trechos T1, T2 e T5 cujo os fragmentos descrevem os enunciados transcritos dos movimentos analisados em destaque na figura 12.

Quadro 7 - Transcrição de trechos destacados nas ações que levaram até a construção do mapa conceitual versão final – G2.

Turno	Enunciado	Ação
T1	“a gente botou o etanol derivado da cana de açúcar, mas ele também pode ser de materiais amiláceos e da biomassa lignocelulósica” “e o termo... provém de?”	Ligam o conceito “ etanol ” aos conceitos “ materiais amiláceos ” e “ biomassa lignocelulósica ” através do termo “ <i>provém de</i> ”
T2	“o etanol envolve muito a questão de inclusão social e o desenvolvimento regional... já o petróleo ele é muito mais a questão de magnatas, pessoas mais ricas” “as pessoas mais carentes que que geralmente que trabalham né... aí vai dar mais emprego... é... pra o pessoal mais carente, vai gerar mais renda e tal”	Ligam o conceito “ cana de açúcar ” ao conceito “Brasil” através do termo “ <i>tem maior produção no</i> ”

T5	“a cana de açúcar é de fácil produção, a gente pode colocar” “é um recurso ilimitado”	Ligam o conceito “cana de açúcar” ao conceito “fácil produção” através do termo “tem” Ligam o conceito “cana de açúcar” ao conceito “recursos ilimitados” através do termo “tem”
----	--	---

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

O enunciado apresentado em T1, demonstra que houve captação de novos significados a partir das discussões e do texto, onde novos conceitos foram associados ao etanol, passando a subordiná-los e deixando-o mais diferenciado quando comparado às versões anteriores. Essa ação é inerente ao movimento de diferenciação progressiva. Aqui, o grupo enfatiza a origem do etanol, valendo-se ao propor conexões com conceitos científicos.

Em T2, o grupo negocia e envolve um contexto social para discutir onde e porque a produção de cana-de-açúcar é tão recorrente no Brasil. Após as conclusões, estabelecem então a conexão entre os conceitos cana-de-açúcar e Brasil, através do termo “tem maior produção no” justificando assim a escolha. Essa conexão entre um conceito mais abrangente já estabelecido no mapa e a chegada de um novo conceito, envolvendo uma maior diferenciação do mesmo, aponta para uma diferenciação progressiva, pois o conceito passa a ancorar uma nova ideia.

Por último, T5 aponta para uma evolução conceitual, uma vez que, tanto o enunciado quanto às ações de construção das conexões, demonstram que linearmente o conceito cana-de-açúcar, já preexistente no mapa, passa a subordinar os novos conceitos. A conexão estabelecida denota o movimento de diferenciação progressiva, já que o conceito cana-de-açúcar passa ancorar novos conceitos e conseqüentemente passa a ter significados conceituais mais específicos.

Objetivo específico 2: Avaliar a robustez dos conceitos de química relacionados à temática dos combustíveis como fonte de energia, a partir de sua relação com outros conceitos e outros contextos no decorrer da resolução do problema.

Unidade de análise: Analisamos as relações conceituais estabelecidas entre os conceitos de química que emergiram no mapa conceitual inicial,

posteriormente analisamos se essas mesmas relações conceituais aparecem modificadas após a construção do mapa conceitual (versão final). Para isso, determinamos categorias que pudessem classificar os conceitos (em relação a aspectos e quais as possíveis modificações foram evidenciadas entre a versão inicial e final, respectivamente. Novas relações conceituais podem denotar a ressignificação dos conhecimentos prévios e um maior aprofundamento teórico.

Análise dos mapas de G1

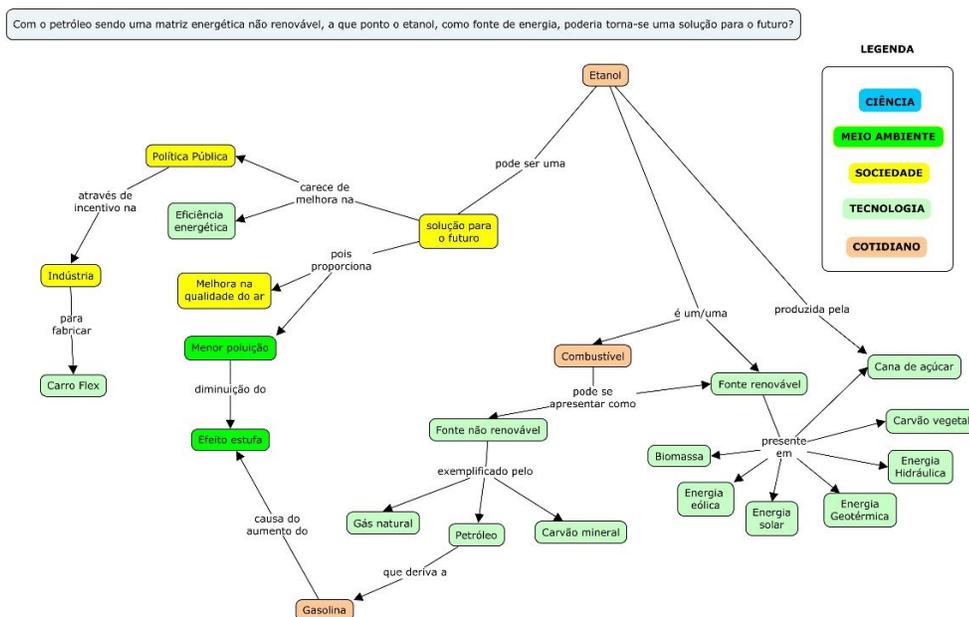
Com base nas representações, queremos enfatizar que os destaques nos quadros se referem aos conceitos que posteriormente foram sendo modificados/incluídos até se chegar à construção da versão final, com base nas categorias definidas.

Quadro 8 - Conceitos do mapa conceitual inicial de G1 e suas respectivas categorias.

Aspectos (categorias)	Conceitos abordados
Científicos (ciência)	-
Tecnológicos	Fonte renovável; Gás natural; Petróleo; Carvão Mineral; Fonte não renovável; Biomassa; Energia eólica; Energia solar; Energia geotérmica; Energia Hidráulica; Carvão vegetal; Cana-de-açúcar.
Ambientais	Menor poluição; Efeito Estufa.
Sociedade	Política Pública; Indústria; Melhora na qualidade do ar; solução para o futuro.
Cotidiano	Etanol; Combustível; Gasolina.

Fonte: O autor (2022).

Figura 13 – Mapa conceitual com demarcação em cores das categorias dos conceitos do primeiro mapa elaborado por G1.



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Como apontado anteriormente, todos os conceitos utilizados na construção da primeira versão são oriundos dos conhecimentos prévios do grupo. Assim, observamos que nenhum conceito de caráter científico foi utilizado. Entretanto, nas versões seguintes alguns conceitos foram retirados e outros foram acrescentados, logo após uma nova discussão sobre o problema proposto e bem como a leitura do texto base.

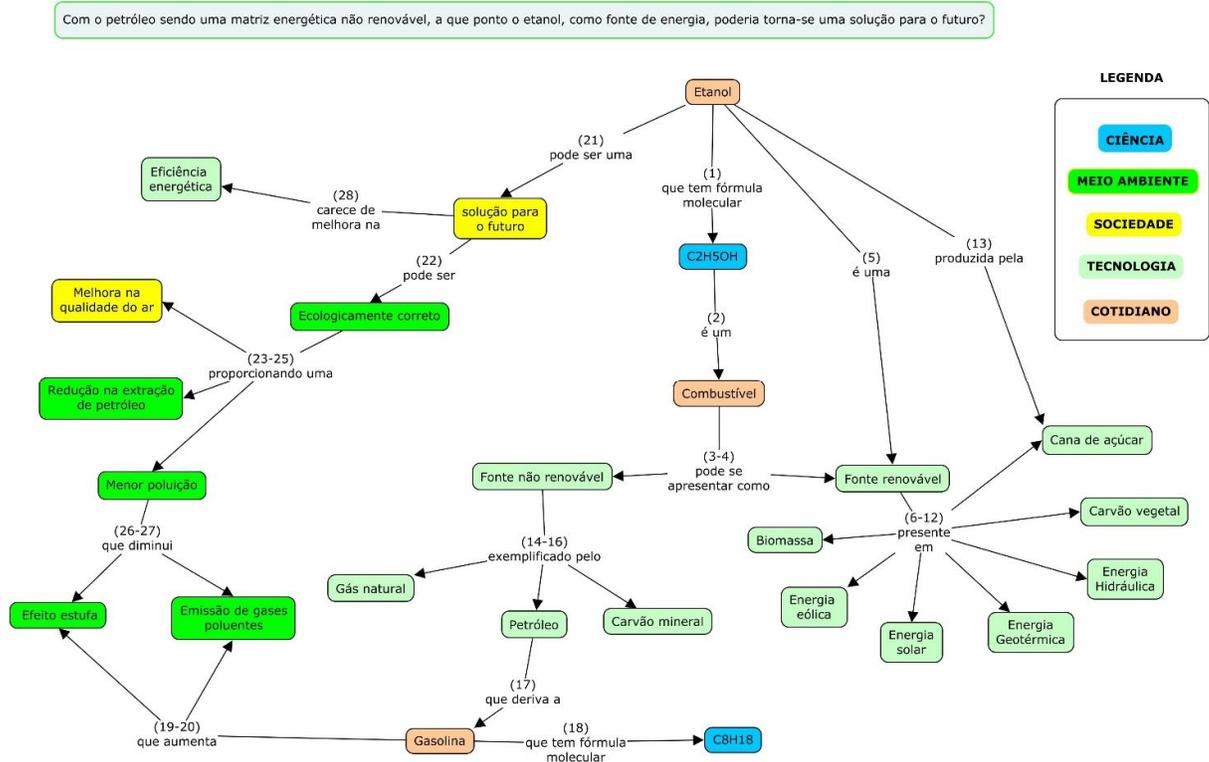
Quadro 9 - Conceitos do mapa conceitual final de G1 e suas respectivas categorias.

Categoria	Conceitos abordados
Ciência	C₂H₅OH; C₈H₁₀
Tecnologia	Fonte renovável; Gás natural; Petróleo; Carvão Mineral; Fonte não renovável; Biomassa; Energia eólica; Energia solar; Energia geotérmica; Energia Hidráulica; Carvão vegetal; Cana-de-açúcar.
Meio ambiente	Menor poluição; Efeito Estufa; Ecologicamente correto; Redução na extração do petróleo; Emissão de gases poluentes.
Sociedade	Política Pública; Indústria; Melhora na qualidade do ar; solução para o futuro
Cotidiano	Etanol; Combustível; Gasolina.

Fonte: O autor (2022).

No quadro 9 foram destacados os novos conceitos inseridos ao mapa e as categorias na qual foram relacionados.

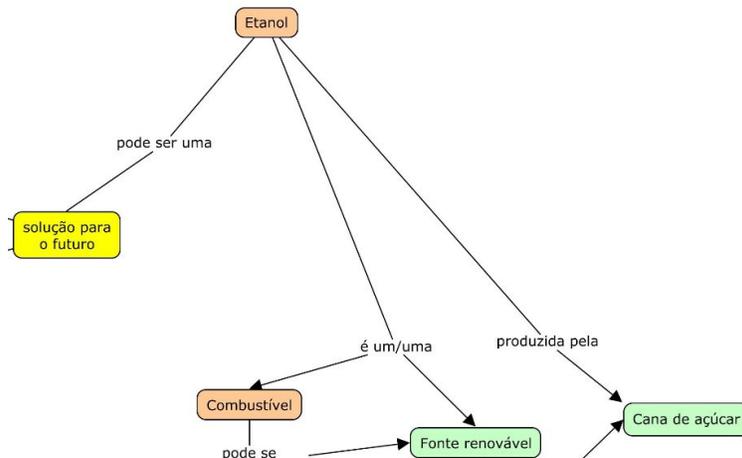
Figura 14 – Mapa conceitual com demarcação em cores das categorias dos conceitos do último mapa elaborado por G1.



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Na comparação entre os mapas feitos pelo mesmo grupo podemos pontuar diferenças, através da inserção/adição de novos conceitos em alguns pontos da rede conceitual. Através das categorias foi possível determinar em que contexto o conceito foi agregado ao mapa. Nesse caso, percebemos que houveram modificações conceituais ao longo da (re)construção dos mapas.

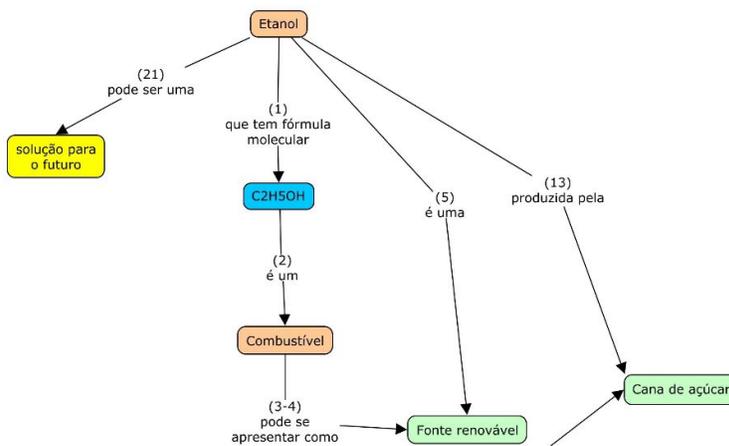
Figura 15 - Mapa conceitual inicial produzido por G1 – Primeiro recorte para análise das relações conceituais e suas categorizações.



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Nesse trecho, a hierarquia demonstra que o etanol é o principal conceito dessa organização. De acordo com a categorização, foram relacionados ao etanol, conceitos de caráter tecnológico e social.

Figura 16 - Mapa conceitual inicial produzido por G1 – Segundo recorte para análise das relações conceituais e suas categorizações.



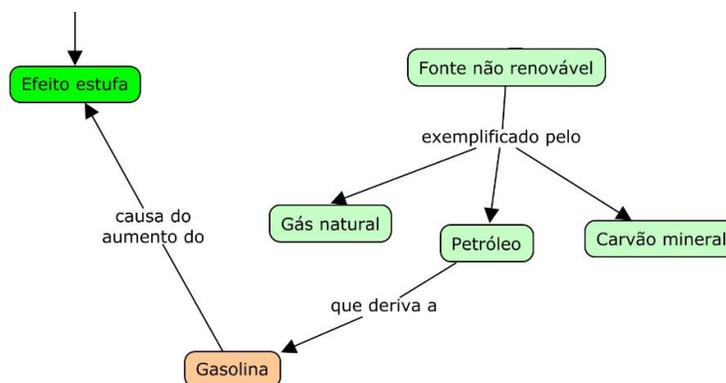
Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

A figura 16 traz um recorte do mesmo trecho citado anteriormente, mas agora retirado da última versão, onde houve a inserção do conceito "C₂H₅OH", que trata da fórmula molecular do etanol (proposição 1). A princípio esse

conceito foi inserido após a leitura e discussão do texto base (ANEXO C) que inclui alguns aspectos científicos envolvendo esse combustível. Nesse recorte retirado da versão final, o conceito etanol além de relações com contextos tecnológicos e sociais, passa a englobar um conceito de cunho científico. Assim, consideramos que tanto a leitura, quanto as discussões sobre o texto e sobre o tema, foram relevantes para o grupo já que houve uma ampliação do significado do conceito “etanol”, trazendo uma modificação nas relações estabelecidas inicialmente na primeira versão.

Na figura 17, temos mais um recorte de outro trecho que foi analisado na versão inicial e que posteriormente apresentou modificações conceituais durante a elaboração das versões posteriores.

Figura 17 - Mapa conceitual inicial produzido por G1 – Terceiro recorte para análise das relações conceituais e suas categorizações.

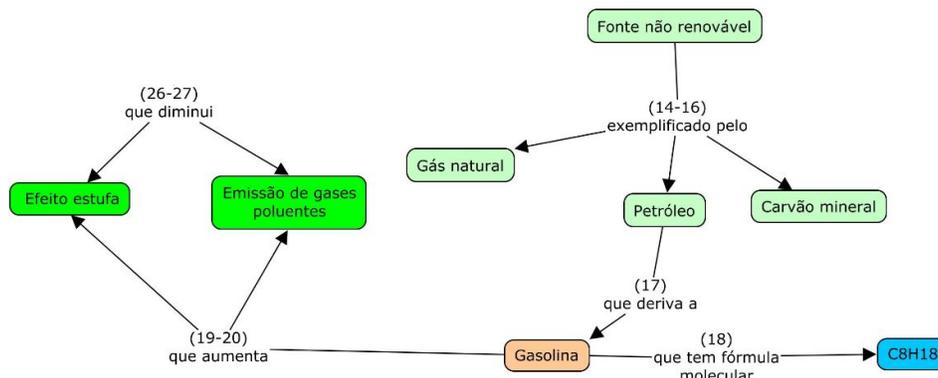


Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Nesse trecho, atentemo-nos para o conjunto de conceitos e as relações que formam essa rede conceitual. Observamos que o grupo traz alguns exemplos de fontes não renováveis de combustíveis, e em especial ao petróleo que derivada da gasolina, através de processos de refinação (aspecto tecnológico). Além disso, o grupo ainda relaciona um dos efeitos negativos quanto ao uso da gasolina referente ao efeito estufa (aspectos ambientais), demonstrando assim uma possível relação do combustível e seu impacto para o meio ambiente.

A figura 18 é um trecho do mapa final onde observamos evoluções (ampliação) nas relações conceituais, de modo específico, o conceito “gasolina”.

Figura 18 - Mapa conceitual inicial produzido por G1 – Quarto recorte para análise das relações conceituais e suas categorizações.



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Na versão inicial, destacamos anteriormente esse mesmo trecho (figura 17) onde evidenciamos que o conceito “gasolina” apresenta duas relações entre conceitos, sendo um deles de caráter tecnológico (relação com o conceito “petróleo”) e outro de caráter ambiental (relação com o conceito “efeito estufa”). Ao longo da construção dos mapas, observamos que o conceito “gasolina” teve suas relações ampliadas (proposição 18 e 20) conceitualmente, pois nesse trecho houve a inclusão dos conceitos “C₈H₁₈” e “Emissão de gases poluentes”, respectivamente.

De acordo com a categorização, o conceito “C₈H₁₈” é de caráter científico uma vez que o grupo trata da fórmula química da gasolina (proposição 18). Torna-se interessante a análise dessa relação, pois tanto na leitura do texto quanto nas discussões sobre a problemática, esse conceito não foi abordado. Logo, entendemos que o conceito foi trazido de situações aprendidas em outros contextos.

Ainda nesse trecho, o conceito “Emissão de gases poluentes” relacionado ao conceito “gasolina” foi categorizado sobre uma perspectiva ambiental, isso porque segundo a relação estabelecida (proposição 20), a gasolina aumenta a emissão de gases poluentes. Nesse sentido, compreendemos que o grupo se propôs a mostrar que a gasolina provoca um aumento do efeito estufa devido a liberação de gases poluentes durante a sua combustão. A criação dessa relação surgiu posteriormente a leitura do texto base, o que nos leva a entender que o

material utilizado (texto) forneceu informações que se estabeleceram com o conhecimento prévio do grupo, levando a sua evolução conceitual.

Análise dos mapas de G2

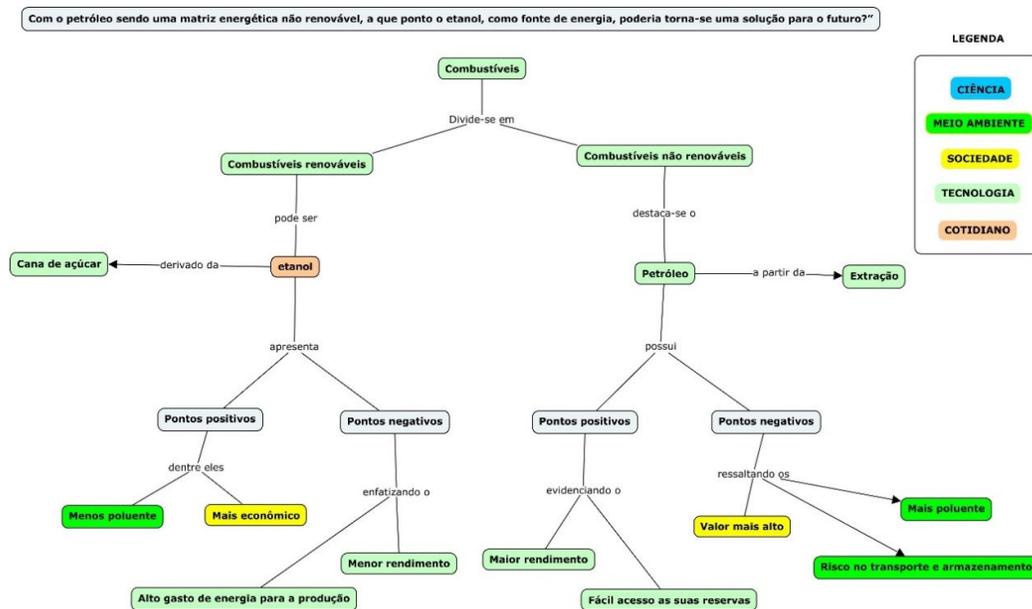
O quadro 10 detalha os conceitos utilizados na primeira versão e suas respectivas categorias.

Quadro 10 - Conceitos do mapa conceitual inicial de G2 e suas respectivas categorias.

Categoria	Conceitos abordados
Ciência	-
Tecnologia	Combustíveis; Combustíveis renováveis; Combustíveis não renováveis; Petróleo; Extração; Cana de açúcar; Menor rendimento; Maior rendimento; Alto gasto de energia para a produção; Fácil acesso as suas reservas.
Meio ambiente	Menos poluente; Mais poluente; Risco no transporte e armazenamento.
Sociedade	Mais econômico; Valor mais alto.
Cotidiano	Etanol.

Fonte: O autor (2022).

Figura 19 – Mapa conceitual elaborado por G2 com demarcação e classificação das categorias dos conceitos da primeira versão.



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

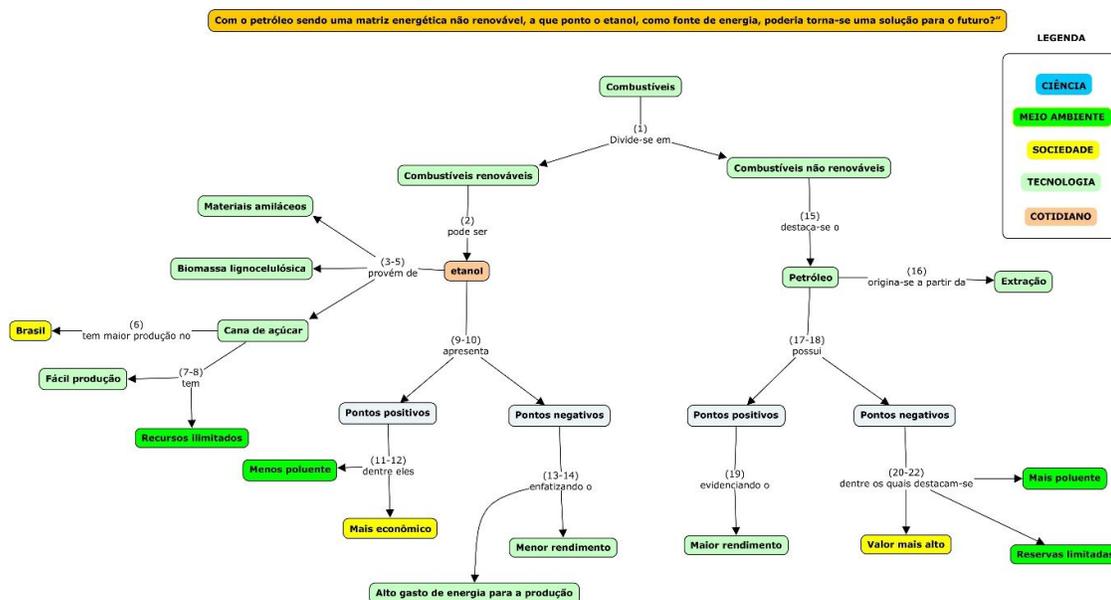
Quadro 11 - Conceitos do mapa conceitual final de G2 e suas respectivas categorias.

Categoria	Conceitos abordados
Ciência	-
Tecnologia	Combustíveis; Combustíveis renováveis; Combustíveis não renováveis; Petróleo; Extração; Cana de açúcar; Materiais amiláceos ; Biomassa lignocelulósica ; Fácil produção ; Menor rendimento; Maior rendimento; Alto gasto de energia para a produção;
Meio ambiente	Menos poluente; Mais poluente; Reservas limitadas ; Risco no transporte e armazenamento.
Sociedade	Mais econômico; Valor mais alto; Brasil .
Cotidiano	Etanol.

Fonte: O autor (2022).

No quadro 11 destacamos os novos conceitos inseridos no mapa e as categorias na qual foram relacionados. A figura 20 demonstra a categorização dos conceitos de acordo com a organização estrutural do mapa, onde a partir disso foi possível analisar possíveis mudanças conceituais ocorridas até a versão final.

Figura 20 - Mapa conceitual elaborado por G2 com demarcação e classificação das categorias dos conceitos da última versão.

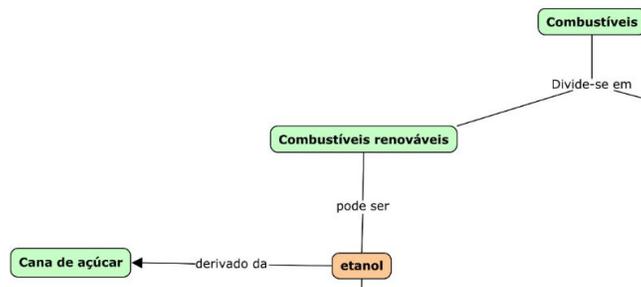


Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Quando comparamos as versões identificamos alguns trechos com mudanças entre as redes estruturais dos mapas, no qual alguns conceitos aparecem com um maior aprofundamento conceitual, de acordo com as relações

conceituais estabelecidas até a última versão. O recorte a seguir (figura 21) apresenta um trecho destacado inicialmente e que ao longo das atividades propostas, modificações foram sendo realizadas.

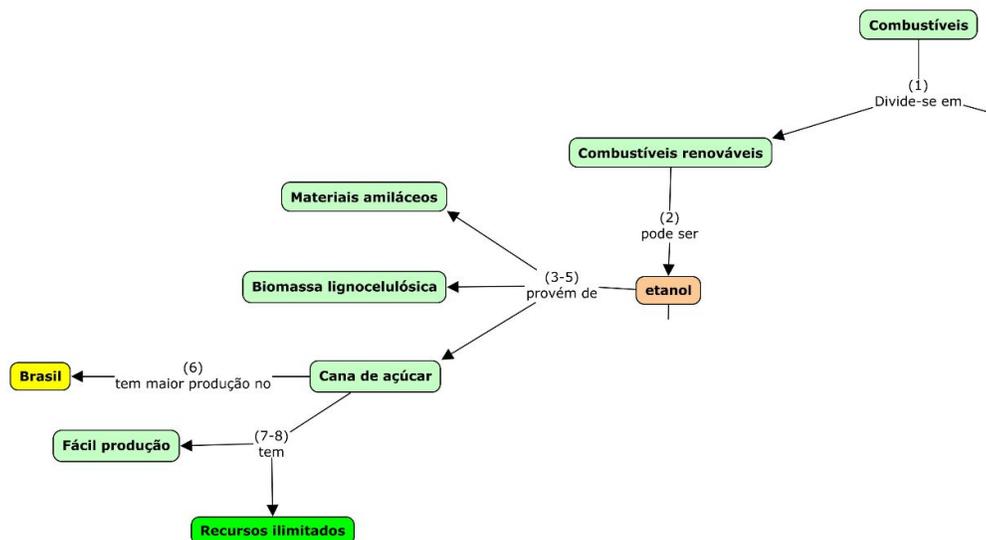
Figura 21 - Mapa conceitual inicial produzido por G2 – Primeiro recorte para análise das relações conceituais e suas categorizações.



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Na figura 22 situamos o mesmo trecho analisado anteriormente, na qual nesse recorte da versão final, algumas mudanças foram observadas.

Figura 22 - Mapa conceitual inicial produzido por G2 – Segundo recorte para análise das relações conceituais e suas categorizações.



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Nesse recorte, a análise inicial foi direcionada ao conceito “etanol” onde ao compararmos os dois trechos, percebemos que duas novas relações

conceituais foram estabelecidas. Com base na nossa categorização, o conceito “etanol” passa a ter sua significação ampliada por dois novos conceitos que, a priori, foram relacionados a partir da leitura e discussão do texto base. Os conceitos “Materiais amiláceos” e “Biomassa lignocelulósica” (proposições 3 e 4) foram categorizados sobre uma perspectiva tecnológica, uma vez que são matérias primas capazes de sintetizar o etanol. Nesse caso, o grupo optou em demonstrar que existem outras fontes que podem gerar o etanol, mudando a primeira concepção de que o etanol é derivado apenas da cana-de-açúcar.

Outro ponto analisado parte da proposição 6, onde o grupo destaca o Brasil como sendo um grande produtor de cana-de-açúcar, onde nesse caso, o conceito tem sido relacionado sobre uma perspectiva ligada a sociedade, de acordo com a categorização. Por fim, o mapa não contemplou conceitos que envolvem aspectos tecnológicos, mesmo após a leitura e discussão do texto base.

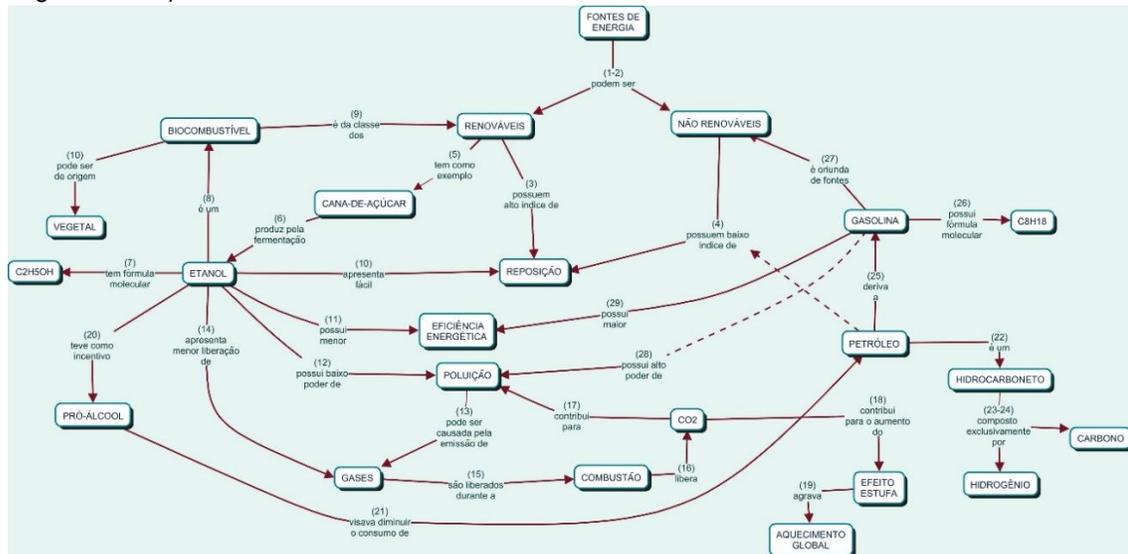
Objetivo específico 3: Analisar a estruturação das etapas no desenvolvimento do problema, a emergência dos conhecimentos prévios e seu papel na resolução do problema a partir das relações com os dados fornecidos no problema, bem como de que forma os alunos percebem o diálogo entre o contexto e os conceitos no desenvolvimento da estratégia de resolução do problema.

Para esse objetivo é preciso levarmos em consideração alguns pontos importantes sobre mapas conceituais. De acordo como é discutido nos referenciais teóricos, um mapa conceitual deve sempre tentar responder a uma pergunta focal, assim como deve contemplar conceitos que estão vinculados ao tema e principalmente, o mapa não é um produto acabado e totalmente correto. É preciso levar em consideração que um mapa conceitual representa aquilo que o mapeador dispõe de conhecimento sobre um conteúdo e seu mapa estará sujeito a correções/modificações constantes. Um mapa conceitual nunca estará finalizado, pois é necessário estar sempre revisitando-o, onde novos conceitos podem ser acrescentados ao mapa e isso resultará em novas versões (NOVAK; CAÑAS, 2010).

Nosso intuito é analisar a evolução conceitual e se a última versão do mapa conceitual construído por cada grupo propõe uma resolução hipotética do problema proposto, bem como se deu essa resolução a partir do conteúdo do

mapa. Para isso, utilizaremos um mapa conceitual de referência (figura 23) como ponto de apoio para as análises, sendo assim, faremos uma comparação entre a hipótese elaborada por cada grupo e o mapa protótipo.

Figura 23: Mapa conceitual de referência.

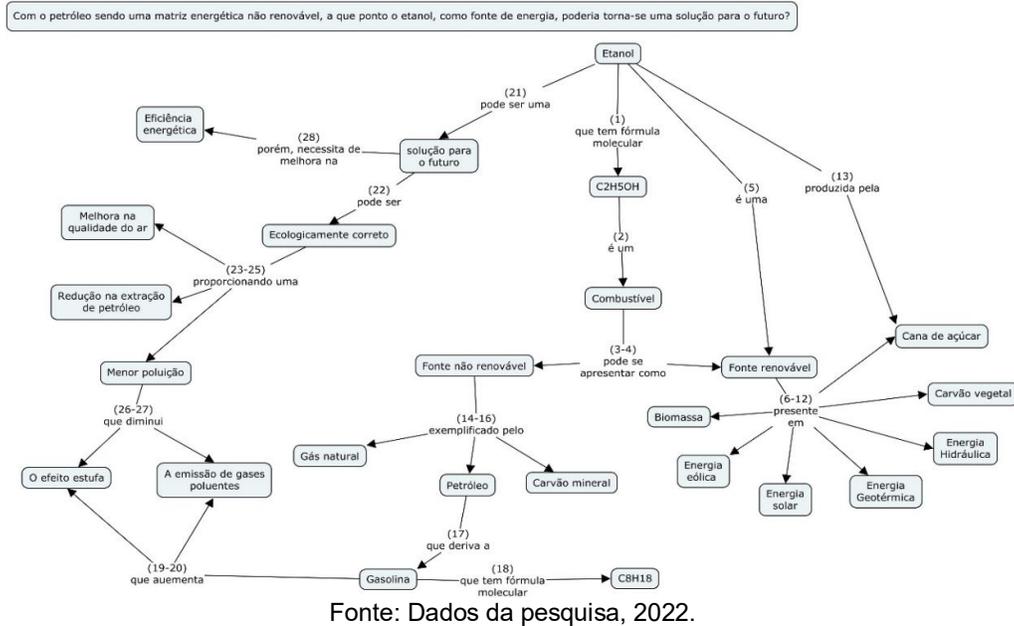


Fonte: O autor (2022).

Análise do mapa final de G1

A figura 24 apresenta a versão final do mapa conceitual proposto por G1. O mapa não sofreu modificações consideráveis quando comparado a versão 02, mas é preciso trazermos essa observação e deixar claro qual mapa estamos analisando.

Figura 24 – Mapa conceitual final elaborado pelo G1 – Análise da estruturação dos conceitos com vista à resolução do problema.



Considerando os conhecimentos prévios trazidos pelo grupo, ao longo dos mapas produzidos, pudemos perceber que a maior parte dos conceitos da primeira versão se mantiveram até a última versão, sendo assim, boa parte dos conceitos prévios serviram de subsunçores para o que grupo propusesse sua hipótese de resolução do problema. Algumas alterações (retirou-se e/ou acrescentou-se) foram realizadas durante o processo de construção à medida que G1 ia assimilando novas ideias a partir das discussões, bem como, as ideias captadas da leitura do texto base. Como a etapa final (apresentação da resolução do problema mediante a explicação do mapa) não gerou modificações ao mapa de G1, consideramos assim que a resolução final se deu pela hipótese apresentada já na versão 02.

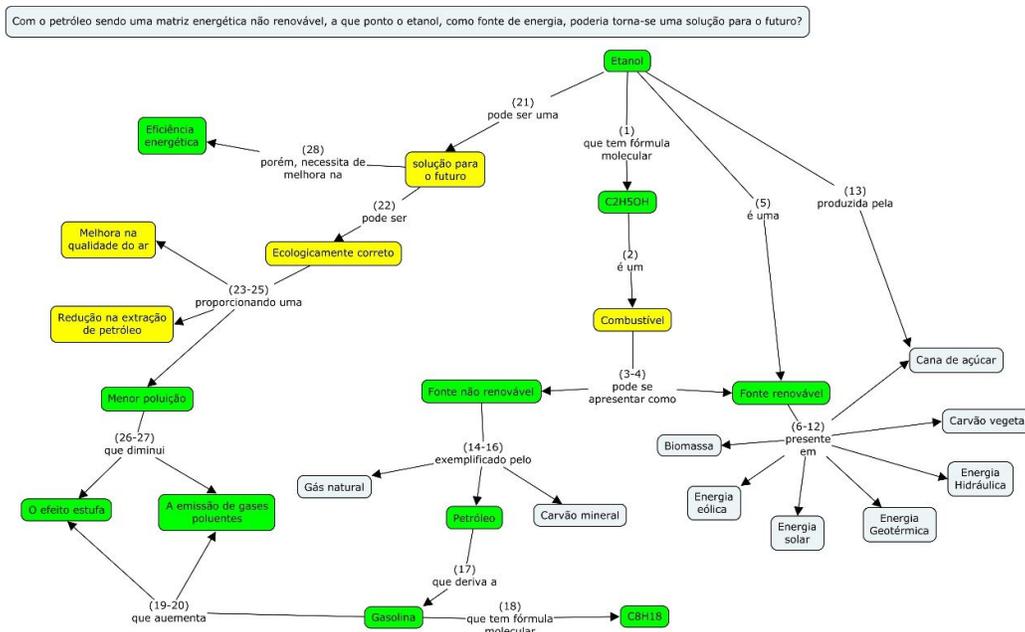
A figura 25 é o produto final da resolução do problema apresentado por G1. Para a análise do mapa final, propomos destacar os conceitos (em verde) que foram utilizados pelo grupo e que também aparecem (ou são similares) no mapa de referência. Em amarelo, destacamos os conceitos que não aparecem no mapa de referência, mas são conceitos considerados importantes para as nossas discussões.

De acordo como destacamos, pudemos observar que os conceitos em verde têm um papel importante no mapa, pois formam uma base para apontar

novos conceitos durante a organização do mapa, bem como para iniciar a resolução do problema.

Ao realizarmos uma leitura dos conceitos destacados em verde, partimos do pressuposto que o grupo tenta demonstrar que há uma classificação para os tipos de fontes de energia, sendo elas renováveis e não renováveis. Tais fontes de energia tiveram como destaque a cana-de-açúcar e o petróleo, pois são a partir dessas fontes que se pode extrair o etanol e a gasolina, respectivamente. Além disso, observamos que o grupo demonstra ter compreendido quais são os benefícios e malefícios ambientais relacionados ao uso desses dois combustíveis, visto que, propõem relações conceituais entre os conceitos citados aos conceitos “menor poluição”, “efeito estufa” e “emissão de gases poluentes”, respectivamente. Comparando-se os conceitos destacados nesse primeiro momento e as relações propostas pelo grupo, percebemos que boa parte se encontra no mapa de referência, o que nos leva a considerar um resultado parcialmente satisfatório em termos de resolução do problema.

Figura 25 – Mapa conceitual final elaborado por G1 com destaque (em verde) para os conceitos que estão presentes no mapa de referência.



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Na figura 25, em amarelo estão os conceitos que não aparecem no mapa de referência, mas observamos que o grupo apresentou conceitos pertinentes

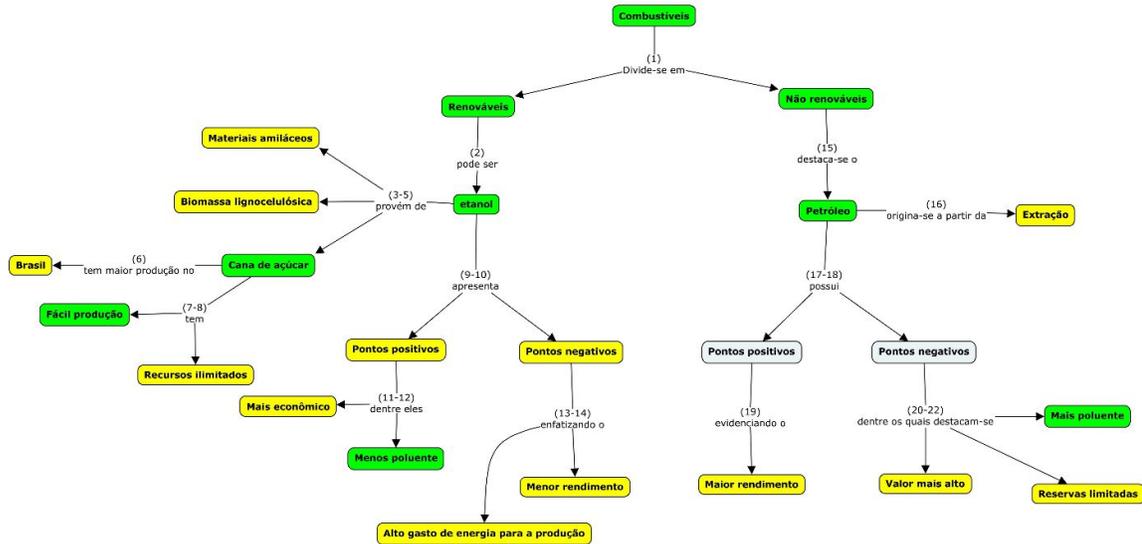
para a resolução do problema, isso porque trazem um significado plausível com relação a importância do etanol como sendo um combustível que pode ser uma solução para o futuro já que ele é renovável, além disso, irá reduzir a extração do petróleo e tende a ser ecologicamente mais correto se comparado a gasolina, uma vez que é menos poluente e melhora a qualidade do ar. O grupo pontua que apesar do etanol ter vários pontos positivos em relação ao uso do etanol, tal combustível carece de melhorias na eficiência. Dessa forma consideramos que G1 aborda conceitos importantes na resolução hipotética do problema, além de enfatizar os motivos e preocupações para uma possível substituição da gasolina pelo etanol, bem como ideias que envolvem preocupações ambientais, pertinentes ao que a problemática apresentou inicialmente.

A resolução do problema trouxe alguns aspectos conceituais que se aproximam do que foi abordado e discutido nas atividades propostas, não somente no que foi proposto no mapa de referência. Entretanto, pontuamos que mais importante do que o produto final, nossos olhares estavam direcionados ao percurso trilhado pelo grupo durante as (re)soluções do problema. Tal análise demonstra que os diálogos, as reflexões, o planejamento e as trocas de conhecimentos foram fundamentais para que o processo levasse aos resultados apresentados aqui.

Análise do mapa final de G2

A figura 26 apresenta o mapa final proposto por G2. Com base na organização do mapa, pudemos observar que a maioria dos conhecimentos prévios utilizados na primeira versão são reutilizados para a elaboração do mapa final, havendo acréscimo de novos conceitos ao longo das revisitações. Dessa forma, compreendemos que a hipótese inicial para a resolução do problema proposto pelo grupo, teve como base seus conhecimentos prévios sobre o tema.

Figura 26 – Mapa conceitual final elaborado por G2 com destaque (em verde) para os conceitos que estão presentes no mapa de referência.



Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Assim, atentos aos objetivos de análise dessa etapa, quando comparamos os conceitos e proposições utilizadas pelo grupo com os conceitos e proposições do mapa de referência, observamos que há uma baixa correlação entre ambos, pois o mapa final apresenta poucos conceitos e proposições similares. Entretanto, devemos considerar dois pontos a respeito dos resultados apresentados pelo grupo: i) o mapa não apresenta ligações cruzadas, o que denota dificuldades para criar correlações entre os conceitos, assim como relacionar diferentes domínios entre os contextos (científico e cotidiano) apresentados; ii) ocorre uma evolução conceitual de forma linear, à medida que novos conceitos foram sendo acrescentados, além disso, proposições foram reformuladas a partir das reflexões realizadas durante a construção final do mapa.

A hipótese sistematizada por G2 demonstra que o mapa final, conceitualmente, apresenta a classificação dos combustíveis em renováveis e não renováveis, no qual a ramificação cujo o conceito etanol se encontra apresenta um maior desenvolvimento conceitual (mais conceitos foram associados). Assim, podemos considerar que a partir do subsunçor “etanol”, novos conceitos foram ancorados e relacionados a rede do mapa, o que

demonstra ter ocorrido uma aprendizagem subordinada, já que o conceito etanol atinge um grau de generalidade maior e passa a subordiná-los.

Dessa forma, podemos supor que o grupo propõe enfatizar a importância do etanol como fonte renovável de maior facilidade no acesso às suas reservas, já que é derivado de um produto (cana-de-açúcar) de fácil reposição. Entretanto, devemos levar em consideração que o grupo não apresentou uma possível solução que viesse levar o etanol a ser um possível substituto da gasolina, em termos eficiência energética, evidenciando apenas a facilidade em sua produção.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com nossa questão problema, tínhamos como intuito analisar se o processo de construção e (re)construção de mapas conceituais, como estratégia para resolução de um problema, poderia levar a uma Aprendizagem Significativa de conceitos sobre combustíveis como fonte de energia.

Partindo para os nossos objetivos, buscamos inicialmente identificar através dos posicionamentos, reflexões e negociações, movimentos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, mediante a construção dos mapas conceituais. Através dos recortes, pudemos retirar fragmentos que elucidaram os movimentos em análise, ao longo da organização das estratégias propostas para a resolução do problema. Assim, com base no que foi analisado, percebemos que os grupos conseguiram apresentar uma boa organização hierárquica das ideias, apesar de identificarmos alguns erros conceituais e semânticos dos termos de ligação, que de certo modo não comprometeram a leitura do mapa, mas um pouco da sua qualidade quando tratamos de uma análise conceitual.

Os movimentos de diferenciação progressiva foram os mais evidentes já que a maior parte das ramificações demonstravam ações de incluir conceitos que apresentavam certo grau de generalidade e inclusão, passando a ancorar conceitos considerados menos inclusivos. Das proposições formadas, destacamos apenas uma ligação cruzada, pressupondo-se que as informações construídas ao longo das atividades tiveram pouca correlação para os participantes. Consideramos que, apesar do conhecimento sobre mapas, os grupos demonstraram ter dificuldades pontuais durante a elaboração, principalmente em utilizar palavras para formar os conceitos, assim como em formar proposições com clareza semântica mais adequadas.

De certo modo, a utilização de palavras (e não frases) dentro das caixinhas que formam os conceitos é um exercício que demanda um esforço cognitivo alto, sendo assim, exige que o mapeador tenha domínio sobre o assunto e assim possa expressar de forma resumida seu conhecimento através das palavras.

É sugerível também que as proposições elaboradas possam ser revisitadas pelos participantes, de modo que sejam discutidas e refletidas as

possibilidades de reorganização do mapa a fim de observar similaridades entre os conceitos, possibilitando a criação de elos que venham diminuir distâncias entre ideias que aparentemente são próximas, mas que não foram identificadas dentro do mapa.

Em um segundo momento, buscamos avaliar a robustez dos principais conceitos utilizados na estruturação dos mapas e como estariam estes conceitos quando (ou se) levados até a última versão, atentos principalmente a dois aspectos: o quanto um conceito passou a ser relacionável e a quem estava relacionado (em termos científicos e/ou do cotidiano) no mapa.

Com base as ideias apresentadas nos mapas, pontuamos que ao final das produções, alguns conceitos como “ecologicamente correto” promoveram modificações significativas para a rede proposicional, de modo que, os participantes trouxeram conhecimentos apresentados nas discussões e do texto base (*menor poluição; redução da extração do petróleo; melhora na qualidade do ar*) tornando-os um ponto pertinente para construção da hipótese que leva a resolução do problema.

Para o terceiro e último momento, nosso intuito era de comparar as estruturas propostas na versão final do mapa com um mapa protótipo considerado como a hipótese da resolução do problema, de modo que, seriam analisados os conceitos utilizados e as proposições formadas. De um modo geral, o mapa final de G1 foi o que melhor apresentou correlação com o mapa de referência, porém necessitava de uma reorganização para levar o grupo a pensar sobre as possíveis ligações cruzadas dentro do mapa, podendo levar a um melhor desempenho qualitativo da hipótese de resolução do problema. O G2 apresentou certa dificuldade em externa possibilidades que viessem a responder o problema, uma vez que, observamos mais “descrições” e “diferenciações” entre os combustíveis, propriamente dito.

Outro ponto que podemos levar em consideração com relação aos resultados obtidos está direcionado ao número encontros realizados na oficina, pois acreditamos que apesar dos alunos já apresentarem uma certa familiaridade com mapas conceituais, essa ferramenta precisa de um tempo de maturação e uso constante para que se possa ter uma maior eficiência nas elaborações.

Estamos de acordo que, mapas conceituais não necessariamente serão capazes de evidenciar todas as representações de conceitos e proposições

sobre um determinado campo de conhecimento, mas possibilitam representar o mais próximo possível da compreensão que se tenha sobre um determinado assunto, o que os torna uma ferramenta tão útil para captar as ideias sobre o conhecimento que se tenha sobre um assunto.

Além disso, consideramos que apenas 1 encontro para discutir a problemática pode ter sido outro fator que levou os mapas conceituais a apresentarem um resultado um pouco abaixo do esperado, visto que, pudemos perceber a ausência de alguns conceitos importantes que não foram contemplados nos mapas conceituais, ao longo do nosso estudo.

Entretanto, não podemos deixar de levar em consideração que apesar dos resultados obtidos, concordamos que a combinação das estratégias e principalmente a utilização do mapa conceitual como meio para resolver um problema, pode vir a ser um viés metodológico de aprendizagem e avaliação, tanto de conteúdos conceituais, como na própria resolução de problemas, mas é preciso amadurecer o processo de construção dos mapas, discutir de forma estratégica os temas a serem trabalhados e assim aplicar em consonância a resolução de situações-problemas.

Esse tipo de atividade metodológica fornece possibilidades de ser trabalhar conteúdos de química, bem como conteúdos de outras ciências, de forma que o processo de ensino-aprendizagem seja desafiador, motivador e significativo. Esperamos que dessa forma, tais estratégias metodológicas sejam cada vez mais vivenciadas de forma adequada nos ambientes pedagógicos, engajando alunos e professores, a fim de promover a construção do conhecimento.

Deixamos aqui então a ideia de que esse estudo possa ser um viés a ser explorado em estudos futuros.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. “Como Fazer Bons Mapas Conceituais? Estabelecendo Parâmetros de Referência e Propondo Atividades de Treinamento”. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação Científica**, vol. 13, n. 2, 2013, pp. 141-157.
- ALMEIDA, V. O.; MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos da óptica física**. Rev. Bras. Ensino Fís. [online]. 2008, vol.30, n.4, pp.4403.1-4403.7. ISSN 1806-1117.
- ARREDONDO, H.I.V.; JUNIOR, S. O.; **Avaliação exergética e exergoambiental da produção de biocombustíveis**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 235p, 2009.
- AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge**: a cognitive view. Dordrecht:Kluwer Academic Publishers, 212p, 2000.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Editora Plátano, 218p, 2003.
- AZNAR, M. M.; NIETO, M. P. V. La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 343-360, 2009.
- BAIRD, C.; CANN, M. **Química ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 844p.
- BATINGA, V. T. S. **A abordagem de resolução de problemas por professores de química do ensino médio: um estudo sobre o conteúdo de estequiometria**. 2010. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.
- BATINGA, V. T. S.; TEIXEIRA, F. M. Análise da Abordagem de Resolução de Problemas por uma Professora de Química: um estudo de caso envolvendo o conteúdo de estequiometria. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS –IX ENPEC - Águas de Lindóia, SP –10 a 14 de Novembro de 2013. **Anais [...]**. Águas de Lindóia, SP: [S/l.]. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1651-1.pdf>> Acesso em: 30 dez. 2019
- BATINGA, V. T. S.; TEIXEIRA, F. M. Abordagem de Resolução de Problemas por uma professora de Química: Análise de um problema sobre a Combustão do Álcool envolvendo o conteúdo de Estequiometria. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa, v. 7, n. 1, p. 24-52, 2014.

BRASIL, M. E. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais (PCN+ Ensino Médio):** Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2002. 141 p. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em: 22 mai. 2021.

BRASIL, M. E. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular.** 2ª versão revista. Brasília, 2016. Disponível em: <http://historiadabncc.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2022.

BELEI, R. A. et al. O uso de entrevista, observação e videogravação em pesquisa qualitativa. **Cadernos de educação**, n. 30, 2008.

CABRAL, A. R. Y.; OLIVEIRA, T. R. **Como criar mapas conceituais utilizando o CmapTools** versão 3.x. Universidade Luterana do Brasil – ULBRA Guaíba, 2003.

CARVALHO, J. F. Combustíveis fósseis e insustentabilidade. **Ciência e cultura**, v. 60, n. 3, p. 30-33, 2008.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais.** 11. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

CICUTO, C. A. T.; CORREIA, P. R. M. Estruturas hierárquicas inapropriadas ou limitadas em Mapas Conceituais: um ponto de partida para promover a aprendizagem significativa. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Rio Grande do Sul, v.3, n. 1, p. 1-11, 2013.

CORREIA, P. R. M.; SILVA, A. C.; ROMANO JR, J. G. Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, p.4402-1 – 4402-8, 2010.

CORREIA, P. R. M.; AGUIAR, J. G. de. Avaliação da proficiência em mapeamento conceitual a partir da análise estrutural da rede proposicional. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 23, n. 1, p. 71-90, 2017.

COSTA, F. S. P. C. **Separação de misturas no ensino fundamental:** mapas conceituais e resolução de problemas. 2019. Dissertação (Mestrado profissional em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. Resolução de problemas I: Diferenças entre novatos e especialistas, **Investigações em ensino de ciências**, v.1, n.2, 1996.

COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. Resolução de Problemas II: Propostas de Metodologias Didáticas. **Investigações em Ensino de ciências**. v. 2, n.1, 1997a.

COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 18, n. 3, p. 263-276, 2001.

COUSSIRAT, R. S. S.; FRAGA, M. V. B.; SALGADO, T. D. M. Mapas conceituais como método para avaliar conhecimentos adquiridos sobre radioatividade na estratégia Rotação por Estações. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: UFRN, 2019. p. 1-11.

DEWEY, J. **The later works: 1925-1953**. v. 13: 1938-1939. Edited by Jo Ann Boydston. Carbondale, Illinois: Southern Illinois University Press, 1991.

DEWEY, J. **A escola e a sociedade e a criança e o currículo**. Tradução Paulo Faria, Maria João Alvarez e Isabel Sá. Lisboa: Relógio D'água, 2002.

ECHEVERRÍA, M. D. P. P.; POZO, J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J.I. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver a aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ESTEVES, E. **O ensino da física e da química através da aprendizagem baseada na resolução de problemas: um estudo com futuros professores sobre concepções e viabilidade**. 2006.

FERNANDES, L. S. **Análise de tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em química**. 2014. 114 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

FERNANDES, R. S. **Diagnóstico de dificuldades de aprendizagem relacionadas ao estudo da estequiometria com alunos do ensino médio da rede pública estadual do Rio Grande do Sul e proposta de estratégia didática**. 2019. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

FREITAS FILHO, J. R. Mapas conceituais: estratégia pedagógica para construção de conceitos na disciplina química orgânica. **Ciência e Cognição**. V. 12, p. 86-95, 2007.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (organizadoras). **Métodos de Pesquisa**. 1ª Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GIL PÉREZ, D.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; SENENT PÉREZ, F. El fracaso em la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. **Enseñanza de las ciencias**, v.6, n.2, 131-146, 1988.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

GODOY, A. S. **Reverendo a aula expositiva**. In: MOREIRA, D. A. (Org.). Didática do ensino superior: técnicas e tendências. São Paulo: Pioneira, p. 75-82. 2000.

GOI, M. E. J. **Formação de professores para o desenvolvimento da metodologia de resolução de problemas na educação básica**. 2014. 267 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. **A Construção do conhecimento químico por estratégias de Resolução de Problemas**. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru. Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IV ENPEC – ATAS. Bauru: ABRAPEC, 2003.

GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 203-209, 2009.

GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Aspectos metodológicos da resolução de problemas na formação de professores de Ciências da Natureza. **Tear: revista de educação, ciência e tecnologia. Canoas, RS**. Vol. 8, n. 1 (2019), 21 p., 2019.

GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Laboratório experimental e resolução de problemas: construção do conhecimento químico. **Research, Society and Development**, 9 (2),1-38. 2020.

GONZÁLEZ, H. L. et al. Mediated learning experience and concept maps: a pedagogical tool for achieving meaningful learning in medical physiology students. **Advances in Physiology Education**, [s.l.], v. 32, n. 4, p. 312-316, dez. 2008.

HALMENSCHLAGER, K. R. Abordagem temática no ensino de ciências: algumas possibilidades. **Vivências: revista eletrônica de extensão da URI**, v. 7, n. 13, p. 10-21, 2011.

HORN, M. B.; STAKER, H.; CHRISTENSEN, C. **Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação**. Penso Editora, 2015.

LACERDA, C. C.; CAMPOS, A. F.; JÚNIOR, C. A. C. M. Abordagem dos conceitos mistura, substância simples, substância composta e elemento químico numa perspectiva de ensino por situação-problema. **Química Nova na Escola**. v. 34, n. 2, p. 75-82, 2012.

LAUDAN, L. **Progress and its problems. Towards a Theory of Scientific Growth**. London: Routledge & Kegan Paul. p. 257, 1977.

LAUDAN, L. **El progreso y sus problemas: Hacia una teoría del crecimiento científico**. Madrid: Encuentro Ediciones, 1986.

LEITE, L.; AFONSO, A. Aprendizagem baseada na Resolução de Problemas. **Boletín das Ciências**, v. 14, n. 48, p. 253-260, 2001.

LEITE, L.; ESTEVES, E. **Ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino da Física e Química**. In: Bento Silva e Leandro Almeida (Eds.). Comunicação apresentada no VIII Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia. Braga: CIED -Universidade do Minho, p. 1751-1768, 2005.

LIMA, F. S. C.; ARENAS, L. T.; PASSOS, C. G. A metodologia de resolução de problemas: uma experiência para o estudo das ligações químicas. **Química Nova**, v. 41, n. 4, p. 468-475, 2017.

LIMA, R. S. A. **A argumentação como ferramenta para construção de uma aprendizagem significativa crítica no ensino de química**. 2019. 157 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

LORENZETTI, L.; DA SILVA, V. R. utilização dos mapas conceituais no ensino de ciências nos anos iniciais. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 383-406, 28 maio, 2018.

LOURENÇO FILHO, M.; MENDONÇA, S. A autonomia do educando na pedagogia de Dewey. **EccoS Revista Científica**, 33, 187-203, 2014.

MARAN, J. P. L.; ANDRADE, C. M. G.; OLIVO, J. E. **SOFTWARE ExergAn-ANÁLISE PRELIMINAR DE VIABILIDADE TERMODINÂMICA E ECONÔMICA DE CULTURAS AGRÍCOLAS GERADORAS DE BIOCOMBUSTÍVEIS**. 2019.

MARIALVA, T. C. **Assimilação do conceito de estequiometria a partir de uma unidade de ensino potencialmente significativa** - UEPS. 2018. 106 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

MARTINS, I. P.; VEIGA, M. L. **Uma análise do currículo da escolaridade obrigatória na perspectiva da educação em Ciências**. Instituto de Inovação Educacional, Lisboa, 1999.

MATTHEWS, M. R. Constructivism and Science Education: A Philosophical Examination. Dordrecht: **Kluwer Academic Publishers**.; v. 35, 1998.

MEIRIEU, P. Aprender sim, mas como?. Porto Alegre: **Editora Artmed**, 1998.

MEDEIROS, D. R.; GOI, M. E. J. A Resolução de Problemas articulada ao Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, p. 115-135, 2020.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. **Ciência e Cultura**, v. 32, n. 4, p. 474 – 479, 1980.

MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. **Mapas conceituais: instrumentos didáticos, de avaliação e de análise de currículo**. São Paulo: Moraes, 1987.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. 1997. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>> Acesso em: 15 set. 2019.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S.; **Aprendizagem significativa - A teoria David Ausubel**. 2ª. ed. São Paulo: Centauro, 2006. 111p.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal Aprendizagem Significativa?** 2012. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueefinal.pdf>> Acesso em: 12 ago. 2019.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais**. Textos de Apoio ao Professor de Física, 2013, v. 24. n. 6.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: E. P. U., 2ª Edição ampliada - 2017a, 243p.

MOTA, R. N. **Mapas conceituais e resolução de problemas sobre as interações intermoleculares: um estudo com alunos da 1ª série do ensino médio**. 2013. Dissertação (Mestrado profissional) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

NOVAK, J. D. Constructivismo humano: un consenso emergente. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 213-223, 1988.

NOVAK, J. D. **Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps(R) as Facilitative Tools in Schools and Corporations**. Mahweh, NJ, Lawrence Erlbaum Associates. 1998.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano, 1996.

OLIVEIRA, A. M.; GEREVINE, A. M; STROHSCHOEN, A. A. G. Diário de bordo: uma ferramenta metodológica para o desenvolvimento da alfabetização científica. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, São Cristóvão, Sergipe, v. 10, n. 22, p. 119-132, mai./ago., 2017.

ONUCHIC, L. D. L. R. Uma História da Resolução de Problemas no Brasil e no Mundo. In: **Seminário de Resolução de Problemas**, 2008, Rio Claro. Anais eletrônicos. Rio Claro: GTERP, 2008. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/serp/trabalhos_completos/completo3.pdf> Acesso em: 10 jan. 2020.

PEDUZZI, Luiz OQ. Sobre a resolução de problemas no ensino da física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 14, n. 3, p. 229-253, 1997.

PEÑA, A. O. et al. **Mapas conceituais: uma técnica para aprender**. São Paulo: Loyola, 2005.

PERALES, F. J. Resolución de problemas, Madrid. **Editorial Síntesis**, 2000.

PEREIRA, Alexandre Carlo Cruz. **QUERO ser feliz também**. Compositores: PEREIRA et al. In: NOSSA Missão. Intérprete: PEREIRA, Alexandre Carlo Cruz. [S.l.]: Raizama Records, 2005. 1 CD, faixa 11.

PICCOLI, F.; SALGADO, T. D. M.; LOPES, C. V. M.; AGUIAR, Luiza S. A Resolução de Problemas como chave para o desenvolvimento de conceitos de Química na Educação Básica. In: X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS –X ENPEC - Águas de Lindóia, SP –24 a 27 de Novembro de 2015. **Anais [...]**. Águas de Lindóia, SP: [S/l.]. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/listaresumos.htm>> Acesso em: 21 dez. 2020.

POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. Em A solução de problemas em ciências da natureza; Pozo, J. I., ed.; Artmed: Porto Alegre, 1998.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5º ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRAIA, J. F. Aprendizagem significativa em D. Ausubel: contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino. **Teoria da aprendizagem significativa**. Peniche, Portugal, p. 121-134, 2000.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2º ed. Novo Hamburgo - Rio Grande do Sul, 2013.

RAMÍREZ CASTRO, J. L.; GIL PÉREZ, D.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J. **La resolución de problemas de Física y de Química como investigación**. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia: CIDE, 1994. 199 p.

RAMOS, T. B. **A resolução de problemas e a experimentação**: metodologias para o ensino de química na educação profissional e tecnológica. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019.

RIBEIRO, C. B.; SCHIRMER, W. N. Panorama dos combustíveis e biocombustíveis no Brasil e as emissões gasosas decorrentes do uso da gasolina/etanol. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 2, n. 2, p. 16-22, 2017.

RUIZ-MORENO, L.; SONZOGNO, M. C.; BATISTA, S. H. S.; BATISTA, N. A. Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 3, p. 453-463, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n3/a12v13n3.pdf>> Acesso em: 09 dez. 2019.

SANTOS, C. G. B. **Explorando a aprendizagem baseada em problemas no ensino médio para tratar de temas interdisciplinares a partir das aulas de química**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

SANTOS, A. O. et al. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia plena**, v. 9, n. 7 (b), 2013.

SANTOS, F. M. T.; GOI, M. E. J. Resolução de Problemas no Ensino de Química fundamentos epistemológicos para o emprego da metodologia na Educação Básica. IN: ANAIS DO XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA / X ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA. **ATAS**: SALVADOR: Editora da Universidade Federal da Bahia. 2012.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função Social: O que Significa o Ensino de Química Para Formar Cidadãos? **Química Nova na Escola**. n. 4, p.28-34, 1996.

SCHNETZLER, R. P. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**, Brasília: v. 11, n. 55, p. 17-22, jul./set., 1992.

SILVA, É. R. A. **Articulação entre Resolução de Problemas e a temática drogas como proposta metodológica para o Ensino de Química**. 2017. 36 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Exatas) – Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, RS, 2017.

SILVA, M. G. L.; NÚÑEZ, I. B. **O Ensino de Química no Ensino Fundamental à luz dos PCN**. Natal: UFRN. 2007.

SILVA, S. C. M. **Argumentação na educação profissional: interação-dialógica entre alunos e professores no Ensino Técnico Agropecuário**. Orientadora: Francimar Martins Teixeira de Macedo, 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife, 2011.

SILVEIRA, A. S. **Experimentação através da resolução de problemas como ferramenta metodológica para formação de professores para o ensino de ciências na EPT**. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

SOARES, E. C. A.; FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F. A Resolução de Problemas e Exercícios na Formação de Professores de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, Recife, v. 2, n. 1, p. 41-52, 2016.

SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapas conceituais e avaliação formativa: tecendo aproximações. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 795-810, set./dec. 2010.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciência & cognição.**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 72-85, nov. 2007. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org>> Acesso em: 25 set. 2020.

VEKIRI, I. What is the value of graphical displays in learning? **Educational Psychology Review**, vol. 14, n.3, p. 261-312, 2002.

APÊNDICE A – SITUAÇÃO-PROBLEMA

As pressões ambientais pela redução na emissão de gases poluentes, somadas ao anseio pela diminuição da dependência do petróleo, fizeram os olhos do mundo se voltarem para os combustíveis renováveis, principalmente para o etanol. Líderes na produção e no consumo de etanol, Brasil e Estados Unidos da América (EUA) produziram, juntos, cerca de 35 bilhões de litros do produto em 2006. Os EUA utilizam o milho como matéria-prima para a produção desse álcool, ao passo que o Brasil utiliza a cana-de-açúcar.

Fonte: Enem 2007 (adaptado)

Na década de 70, o governo brasileiro criou e implantou o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) em uma tentativa de usar o álcool como combustível que pudesse vir a diminuir o consumo de derivados do petróleo (gasolina). Além disso, foi desenvolvido para evitar o aumento da dependência externa de divisas quanto aos choques do preço do petróleo.

Fonte: PróAlcool - Programa Brasileiro de Álcool. Disponível em:
<https://www.biodieselbr.com/proalcool/pro-alcool/programa-etanol>

Situação-problema: **“Com o petróleo sendo uma matriz energética não renovável, a que ponto o etanol, como fonte de energia, poderia tornar-se uma solução para o futuro?”**

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - COLETA DE DADOS VIRTUAL



Universidade Federal de Pernambuco – **UFPE**
Centro Acadêmico do Agreste – **CAA**
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – **PPGECM**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - COLETA DE DADOS VIRTUAL

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da **ANÁLISE DA (RE)CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS COMO ESTRATÉGIA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE QUÍMICA**, que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Renan Lourenço de Lima, residente na Rua Severino Félix, 255, Bairro São Sebastião, Bezerros-PE e CEP 55660-000. Telefone: (81) 9 9777-5730 para contato do pesquisador responsável (inclusive ligações a cobrar). E-mail: renanlima_15@hotmail.com

Esta pesquisa está sob a orientação de: José Ayron Lira dos Anjos: (81) 9 9795-5967 e-mail: jose.ayron@ufpe.com.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde em participar desse estudo, pedimos que assinale a opção de “Aceito participar da pesquisa” no final desse termo.

O (a) senhor (a) estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Descrição da pesquisa e esclarecimento da participação: **Descrição da pesquisa:** Mediante ao atual cenário educativo, há uma necessidade e interesse de se repensar as práticas pedagógicas abordadas em sala de aula, uma vez que normalmente as estratégias metodológicas trabalhadas, são tradicionais, ou seja, o ensino é pautado principalmente na transmissão de conteúdos. Esse tipo de abordagem não favorece a aprendizagem, uma vez que é desconexo ou não é desenvolvido a partir daquilo que o aluno já possui de conhecimento, dessa forma o aluno recorre a ter que decorar as informações que lhe são apresentadas. A química, por exemplo, quando tratada de forma desconectada com a realidade do educando, pode não favorecer a compreensão de seus conceitos, uma vez que são considerados sem sentido ou de difícil compreensão para o aluno.

A metodologia da Resolução de Problemas se constitui como sendo um viés que pode fornecer possibilidades para uma aprendizagem que seja desenvolvida como base naquilo que o aluno já sabe, e assim, à medida que novos conhecimentos são apresentados, ele poderá ir incorporá-los e correlacioná-los a sua estrutura cognitiva, podendo desenvolver uma aprendizagem mais efetiva e significativa.

Essa pesquisa tem como objetivo analisar se a construção e reconstrução de mapas conceituais pelos alunos como estratégia para resolução de problemas pode favorecer a Aprendizagem Significativa de conceitos de química, abordados durante o estudo. Os participantes serão orientados a elaborarem mapas conceituais,

mediante a um treinamento prévio, visando responder a uma situação-problema do tipo aberta, referente a uma problemática previamente discutida e com auxílio de textos de apoio. A pesquisa será realizada com dez (07) discentes do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID, da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Campus Acadêmico do Agreste – CAA, provenientes do curso de Química-Licenciatura.

A coleta de dados se dará de modo virtual, através da plataforma do Google Meet, onde serão gravados em vídeo os momentos das discussões sobre a temática proposta, assim como a elaboração dos mapas conceituais referentes à situação-problema proposta. A pesquisa é composta por quatro (04) encontros que contemplam: (I) apresentação dos objetivos da pesquisa, assinatura do termo de participação voluntária da pesquisa e o processo formativo sobre os mapas conceituais; (II) exposição da temática sobre os combustíveis (renováveis e não renováveis) com ênfase na utilização do etanol e da gasolina, além também da discussão de uma problemática envolvendo o tema, seguido da introdução de uma situação-problema e elaboração (em grupo) de um mapa conceitual (primeira versão) como recurso estratégico para resolver o problema proposto; (III) discussão e levantamento de ideias sobre um texto base envolvendo o tema sobre o uso e consumo do etanol no Brasil e re(elaboração) do mapa conceitual (segunda versão); (IV) apresentação do mapa conceitual (segunda versão) para o grande grupo, apontando os caminhos escolhidos para resolver o problema proposto e re(elaboração) do mapa conceitual (versão final).

As atividades desenvolvidas ao longo deste estudo ocorrerão no período da manhã com alunos do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID, oriundos do curso de Química Licenciatura do Núcleo de Formação Docente (NFD) da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Campus Acadêmico do Agreste – CAA. A pesquisa será desenvolvida ao longo de quatro (04) semanas, um encontro por semana, com duração total de 6 horas, ao longo de toda a pesquisa. O período de coleta de dados deverá ocorrer no segundo semestre de 2021, mediante a aprovação da pesquisa pelo Comitê de Ética CEP-UFPE e ao calendário da Universidade Federal de Pernambuco, entre os dias 01 a 22 de Dezembro de 2021.

Todos os dados coletados serão armazenados, transformados em arquivo físico (transcrição das falas, transcrição de trechos dos mapas) e em arquivo digital (áudio, vídeos) sob a responsabilidade do pesquisador, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa. Cada um dos instrumentos de pesquisa, além de serem escolhidos por serem efetivos para a obtenção dos objetivos específicos, cada um tem sua contribuição e justificativa para a escolha dos mesmos. Ressaltamos que a coleta de dados será realizada virtualmente através do aplicativo do Google, o Google Meet.

RISCOS: Os principais riscos associados a essa pesquisa, estão relacionadas a possibilidade de haver constrangimento durante as etapas de coleta de dados, visto que os participantes estarão sendo filmados. Além disso, algumas etapas terão duração de mais de duas horas, o que poderá ser considerado exaustivo por parte dos participantes. Assim, deixaremos o ambiente o mais confortável possível no sentido de que os participantes se sintam respeitados e livres para expor suas opiniões, bem como interagir com o grupo. Iremos esclarecer que a qualquer momento da pesquisa, caso o participante sinta-se prejudicado ou desrespeitado, poderá deixar de participar sem qualquer prejuízo, bem como poderá ser ressarcido de alguma forma, através de acordo negociável entre ambas as partes, por danos morais ou qualquer constrangimento na qual tenha sido submetido.

BENEFÍCIOS diretos/indiretos: Possibilitará aos participantes um direcionamento aos aspectos que envolve a metodologia da Resolução de Problemas, voltada a uma aprendizagem significativa, através do uso de uma ferramenta gráfica (mapas

conceituais) que permite que o participante coloque em prática seus conhecimentos de forma pontual, sem qualquer ônus. Além disso, o participante poderá compreender como diferentes atividades metodológicas poderão ajudá-lo a ter uma postura mais ativa frente ao processo na qual estará inserido. Asseguramos a todos os participantes a preservação e confidencialidade de todos os dados coletados, bem como o anonimato. Buscaremos apresentar de forma clara os objetivos da pesquisa, todos os seus direitos como participante, buscando ouvi-los e dando total suporte no que for necessário, mediante os limites que envolvem a pesquisa. Iremos tratar sempre o participante em tom acolhedor, motivador e principalmente amigável para que se sinta à vontade e motivado a participar de todas as etapas da pesquisa. Sempre que necessário, estaremos à disposição do participante para eventuais dúvidas ou dificuldades que surgirem antes, durante ou após a coleta de dados, de modo que o mesmo se sinta confiável a todos os procedimentos.

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, mapas conceituais), ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador principal, no seguinte endereço: Rua Severino Félix, 255, Bairro São Sebastião, Bezerros – PE. CEP 55660-000, pelo período de mínimo 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, o (a) senhor (a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE - **Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br.**

(Assinatura do Pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

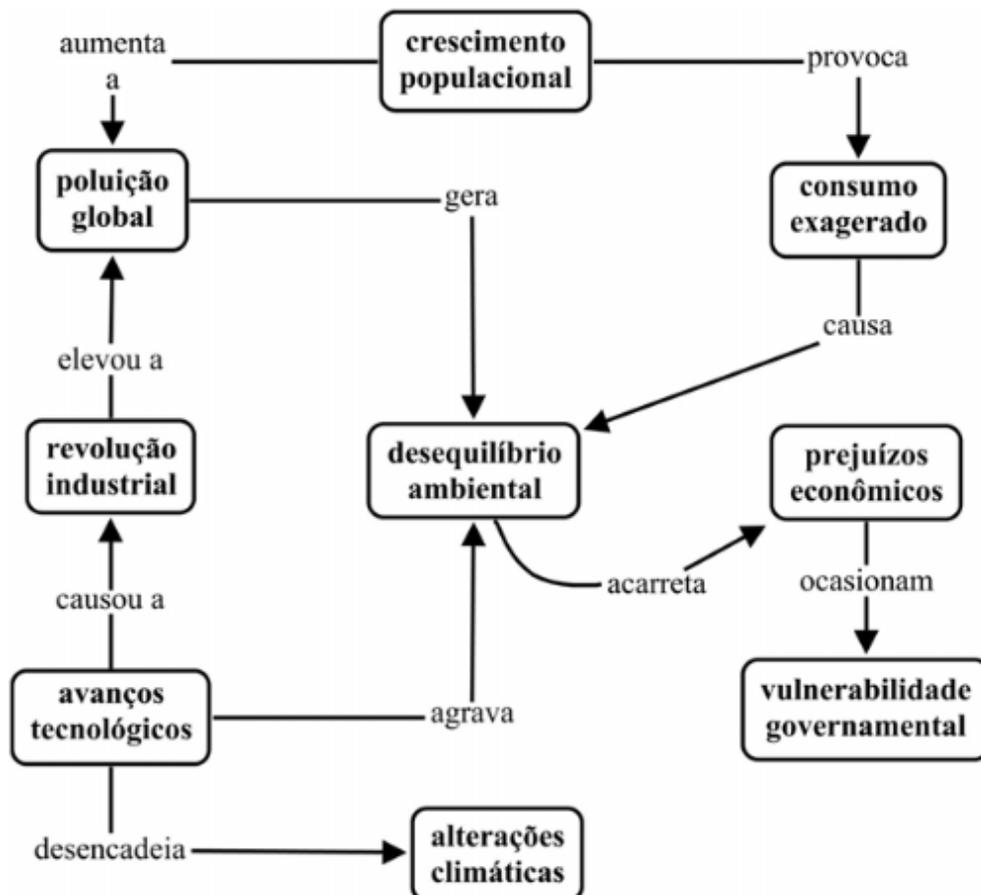
Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **ANÁLISE DA (RE)CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS COMO ESTRATÉGIA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE QUÍMICA**, como voluntário (a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento para participar da pesquisa.

- () Aceito Participar da pesquisa
 () Não aceito participar da pesquisa

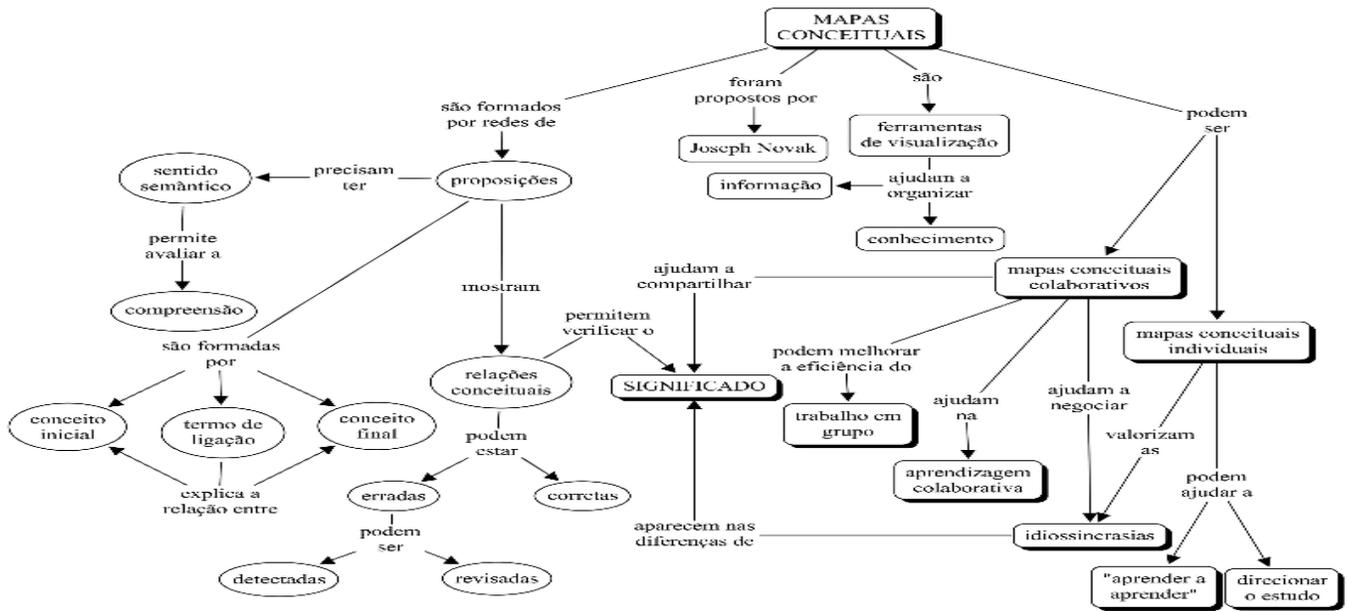
ANEXO B – EXEMPLOS DE MAPAS CONCEITUAIS QUE SEGUEM OS CRITÉRIOS DE REFERÊNCIA “BOM MAPA CONCEITUAL”

Figura 27 - Mapa conceitual que tem como pergunta focal: “Como o desenvolvimento científico-tecnológico se relaciona com as mudanças climáticas?”



Fonte: Extraído de Cicuto e Correia (2013).

Figura 28 - Mapa conceitual que tem como pergunta focal: "O que são mapas conceituais?"



Fonte: Extraído de Correia, Silva e Romano (2010).

ANEXO C – TEXTO BASE UTILIZADO NA OFICINA

RIBEIRO, C. B.; SCHIRMER, W. N. Panorama dos combustíveis e biocombustíveis no Brasil e as emissões gasosas decorrentes do uso da gasolina/etanol. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 2, n. 2, p. 16-22, 2017.

Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/biofix/article/view/53539>

ANEXO D – TEXTOS DE APOIO (ALGUNS CRITÉRIOS SOBRE COMO CONSTRUIR BONS MAPAS CONCEITUAIS)

- **Como Fazer Bons Mapas Conceituais? Estabelecendo Parâmetros de Referência e Propondo Atividades de Treinamento**

AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. “Como Fazer Bons Mapas Conceituais? Estabelecendo Parâmetros de Referência e Propondo Atividades de Treinamento”. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação Científica, vol. 13, n. 2, 2013, pp. 141-157.

Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4265/2830>

- **A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los**

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. Práxis Educativa, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.

Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3251296>

ANEXO E – ETAPAS (ADAPTADAS) DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS – AZNAR E NIETO (2009)

➤ Como resolver um problema: Passo a passo

- i) Realize uma análise qualitativa do problema** - enunciado e concepções a cerca do tema.
- ii) Proponha hipóteses** - primeiras hipóteses que podem resolver o problema.
- iii) Estratégias de resolução** - elabore planos de resolução do problema.
- iv) Resolva o problema** – após traçar os planos, aplique-o.
- v) Reflita a resolução** – refletir os caminhos utilizados sobre a resolução.