



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

RAÍSSA ALMEIDA SOUZA REIS
Mestrado

**METODOLOGIAS ATIVAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA PROPOSTA DE
SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM PARA O CONTEÚDO EQUILÍBRIO
QUÍMICO**

MANAUS/AM
2022

RAÍSSA ALMEIDA SOUZA REIS

**METODOLOGIAS ATIVAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA PROPOSTA DE
SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM PARA O CONTEÚDO EQUILÍBRIO
QUÍMICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química, na linha de pesquisa em Ensino de Química.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Sidilene Aquino de Farias

MANAUS/AM
2022

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

R375m Reis, Raíssa Almeida Souza
Metodologias ativas na educação básica: uma proposta de sequência de ensino e aprendizagem para o conteúdo equilíbrio químico / Raíssa Almeida Souza Reis . 2022
140 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Sidilene Aquino de Farias
Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Ensino de química. 2. Aprendizagem significativa. 3. Metodologias ativas. 4. Equilíbrio químico. I. Farias, Sidilene Aquino de. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

*Metodologias ativas na educação básica: uma proposta de
sequência de ensino e aprendizagem para o conteúdo
equilíbrio químico*

RAÍSSA ALMEIDA SOUZA REIS

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Química, do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal do Amazonas como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre (a) em Química.

Aprovada em, 02 de junho de 2022.



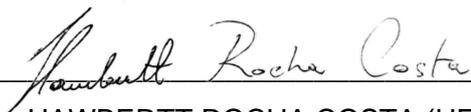
SIDILENE AQUINO DE FARIAS (PPGQ/UFAM)

Presidente/Orientadora



KATIUSCIA DOS SANTOS DE SOUZA (PPGQ/UFAM)

Membro Interno



HAWBERTT ROCHA COSTA (UFMA)

Membro Externo

Universidade Federal do Amazonas
Manaus, 02 de junho de 2022.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À coordenação do Programa de Pós-graduação em Química (PPGQ) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

À professora Sidilene por ter sido minha orientadora, pela paciência com a qual guiou o meu aprendizado, pelas correções e ensinamentos ao longo desse processo de formação acadêmica.

Aos membros da banca de qualificação, Profa. Dra. Larissa Silveira Moreira Wiedemann e Prof. Dr. Gustavo Bizarria Gibin, pelos pertinentes apontamentos que engrandeceram esta pesquisa.

Aos membros do Grupo de Pesquisa Núcleo Amazonense de Educação Química (NAEQ), pela troca de experiências ao longo deste percurso, que foram fundamentais na elaboração desta pesquisa.

Aos gestores, pedagogos, professores e estudantes voluntários da Escola Estadual Márcio Nery, Escola Estadual Ângelo Ramazzotti, Escola Estadual Ernesto Penafort, Escola Estadual Vasco Vasques, Escola Estadual Dr. José Milton Bandeira e Escola Estadual Sant'Ana.

Por último, mas não menos importante, agradeço a minha família pelo apoio e incentivo aos meus estudos e, principalmente, pelo amparo e cuidados nos delicados momentos que enfrentei problemas de saúde. Agradeço aos meus amigos e também professores que dividem comigo as experiências da pós-graduação e da docência: Otaniel; Everton; Naicyele; Rayesley; Larissa Cruz; em especial aos amigos que conheci durante o mestrado, Maria Izabel e Luiz Eduardo.

RESUMO

REIS, R. A. S. **Metodologias Ativas na Educação Básica**: uma Proposta de Sequência de Ensino e Aprendizagem para o Conteúdo Equilíbrio Químico. 2022. 140 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2022.

O conteúdo de Equilíbrio Químico é complexo e requer um domínio conceitual sólido de professores e estudantes em conceitos prévios, como estequiometria e cinética. Há muitas discussões sobre como aprimorar o ensino desse conteúdo, valorizando o conhecimento prévio dos alunos, desenvolvendo suas habilidades e competências para a autonomia intelectual e social e promovendo sua compreensão conceitual. Nesta pesquisa, utilizou-se a Teoria da Aprendizagem Significativa e Metodologias Ativas para investigar evidências de aprendizagem significativa em Equilíbrio Químico em estudantes do Ensino Médio. Para tanto, optou-se pela abordagem de Pesquisa Qualitativa, utilizando-se como estratégia de investigação a Pesquisa Participante que permitiu a interação planejada com o grupo social investigado, possibilitando os ajustes necessários ao longo do processo de coleta de dados para manter a integridade da pesquisa. Com isso, os dados foram coletados com 101 estudantes do Ensino Médio, de 6 escolas públicas do município de Manaus. A coleta de dados foi organizada em dois momentos: (1) aplicação de um instrumento organizado em 3 partes – informações gerais, percepção dos estudantes sobre estratégia de ensino e aprendizagem e recursos digitais, e teste conceitual para levantar conhecimentos prévios; (2) Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) estruturada a partir da temática “Água: um líquido precioso” e o conteúdo Equilíbrio Químico – sendo a SEA organizada em 9 encontros. Para a análise dos dados adotou-se a Análise Textual Discursiva e estatística descritiva. Os resultados mostraram que atividades como exposição de ideias, opiniões, questionamentos, debates, aulas experimentais e seminários foram valorizadas pelos alunos e que o engajamento foi alto, especialmente nas atividades experimentais. A aplicação da SEA foi eficaz na compreensão do conceito de reversibilidade em processos físicos, mas não em reações químicas reversíveis. A aprendizagem em pares e a utilização de histórias em quadrinhos foram mais eficazes para o aprendizado do que o vídeo. Quanto a elaboração dos Mapas Conceituais, os alunos apresentaram baixo a médio desempenho. Foram identificadas dificuldades de aprendizagem em reconhecer evidências de ocorrência de uma reação química e compreender o estado de equilíbrio. Os alunos também relataram dificuldades em atividades que exigiam principalmente o uso de tecnologias durante as aulas.

Palavras-chave: Ensino de química, aprendizagem significativa, metodologias ativas.

ABSTRACT

REIS, R. A. S. Active Methodologies in Basic Education: a Proposal for a Teaching and Learning Sequence for the Chemical Balance Content. 2022. 140 f. Dissertation (Master's in Chemistry) – Federal University of Amazonas, Manaus, 2022.

The content of Chemical Equilibrium is complex and requires a solid conceptual mastery from teachers and students in previous concepts, such as stoichiometry and kinetics. There are many discussions about how to improve the teaching of this content, valuing students' prior knowledge, developing their skills and competencies for intellectual and social autonomy and promoting their conceptual understanding. In this research, the Theory of Meaningful Learning and Active Methodologies was used to investigate evidence of meaningful learning in Chemical Balance in high school students. To this end, we opted for the Qualitative Research approach, using Participative Research as an investigation strategy, which allowed planned interaction with the investigated social group, enabling the necessary adjustments throughout the data collection process to maintain the integrity of the research. Therefore, data were collected from 101 high school students, from 6 public schools in the city of Manaus. Data collection was organized in two moments: (1) application of an instrument organized into 3 parts: general information, students' perception of teaching and learning strategy with digital resources and conceptual test to gather prior knowledge; (2) Teaching and Learning Sequence (TLS) structured around the theme "Water: a precious liquid" with Chemical Balance content – having TLS organized into 9 meetings. For data analysis, Discursive Textual Analysis and descriptive statistics were adopted. The results showed that activities such as exposition of ideas, opinions, questions, debates, experimental classes and seminars were valued by students and that their engagement was high, especially in experimental activities. The application of TLS was effective in understanding the concept of reversibility in physical processes, but not in reversible chemical reactions. Paired learning and the use of comics were more effective for learning than video. Regarding the preparation of Concept Maps, students presented low to medium performance. Learning difficulties were identified in recognizing evidence of the occurrence of a chemical reaction and understanding the equilibrium state. Students also reported difficulties in activities that mostly required the use of technology during classes.

Keywords: Chemistry teaching, meaningful learning, active methodologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pirâmide da Aprendizagem.	355
Figura 2 - (a) Percepções dos estudantes quanto a participação nas aulas; (b) Participação dos estudantes em atividades de ensino e aprendizagem.	59
Figura 3 - (a) Nível de importância quanto ao uso de tecnologias nas aulas (Química); (b) Nível de domínio dos estudantes quando ao uso de recursos de informática.	60
Figura 4 - (a) Aparelhos digitais que os estudantes fazem uso ou tem acesso (b) Plataformas digitais que os estudantes fazem uso.	60
Figura 5 - Percentual de acertos dos itens do Teste Conceitual aplicado aos estudantes participantes da pesquisa.	63
Figura 6 - Mapa Conceitual n.º 6 sobre Reversibilidade.	89
Figura 7 - Mapa Conceitual n.º 19 sobre Reversibilidade.	90
Figura 8 - Mapa Conceitual n.º 13 sobre Reversibilidade.	91
Figura 9 - Mapa Conceitual n.º 24 sobre Reversibilidade.	92
Figura 10 - Mapa Conceitual n.º 4 sobre os Fatores que afetam o Estado de Equilíbrio.	93
Figura 11 - Mapa Conceitual n.º 7 sobre os Fatores que afetam o Estado de Equilíbrio.	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Elementos da Matriz de Referência do SADEAM alinhados com o Ensino de Equilíbrio Químico.	22
Quadro 2 - Competências e habilidades da Matriz de Referência do ENEM alinhados com a SEA sobre Equilíbrio Químico.	23
Quadro 3 - Competências específicas e habilidades propostas pela BNCC alinhadas com o ensino de Equilíbrio Químico.	26
Quadro 4 - Escolas participantes e localização, e quantidade inicial de estudantes participantes na pesquisa.	49
Quadro 5 - Organização do Instrumento Inicial aplicado antes da SEA.	50
Quadro 6 - Relação dos itens com as competências e habilidades previstas nas Matrizes de Referência do SADEAM e do ENEM.	51
Quadro 7 - Resumo das atividades da SEA nas modalidades presenciais e on-line.	52
Quadro 8 - Links da pasta com os slides (em PDF) utilizadas nas aulas da SEA (on-line e presencial), do Instrumento Inicial e das Folhas de Atividades adaptadas no Google Formulário (on-line).	53
Quadro 9 - Categorias de análise dos Mapas Conceituais.	56
Quadro 10 - Formato de participação, série e quantidade inicial de estudantes participantes na pesquisa.	58
Quadro 11 - Relação dos itens com os objetos de conhecimentos para análise dos conhecimentos prévios dos estudantes.	61
Quadro 12 - Relação dos itens (com a dimensão conhecimento e a dimensão processo cognitivo) de acordo com a taxonomia de Bloom revisada.	62
Quadro 13 - Percentual da resposta correta e distratores do item 9.	64
Quadro 14 - Percentual da resposta correta e distratores do item 11.	65
Quadro 15 - Percentual da resposta correta e distratores do item 12.	66
Quadro 16 - Percentual da resposta correta e distratores do item 7.	66
Quadro 17 - Percentual da resposta correta e distratores do item 10.	67
Quadro 18 - Percentual da resposta correta e distratores do item 14.	68
Quadro 19 - Categorias e porcentagem de respostas dos estudantes quanto a quantidade de água potável em relação a quantidade de água total na Terra.	69

Quadro 20 - Análise das assertivas quanto a processos reversíveis ou irreversíveis.	71
Quadro 21 - Respostas apresentadas pelos estudantes quanto a compreensão do conceito de reversibilidade.	72
Quadro 22 - Hipóteses e porcentagem das respostas (semelhantes) atribuídas pelos alunos na análise dos dados do experimento “A garrafa azul”.	74
Quadro 23 - Componentes e substâncias identificadas pelos estudantes no vídeo do Canal Ponto Ciência.	78
Quadro 24 - Categorias e porcentagem de respostas quanto a observação do comprimido efervescente colocado dentro da garrafa.	78
Quadro 25 - Categorias e porcentagem de respostas da observação quando a mangueira (conectada a garrafa) é colocada no béquer.	80
Quadro 26 - Hipóteses propostas pelos estudantes referente ao questionamento inicial na Folha de Atividades 4.	82
Quadro 27 - Respostas mais frequentes quanto a metodologia Sala de Aula Invertida.	96
Quadro 28 - Respostas mais frequentes quanto a experimentação demonstrativa-investigativa (A garrafa azul).	98
Quadro 29 - Respostas mais frequentes quanto a experimentação demonstrativa-investigativa.	99
Quadro 30 - Respostas mais frequentes quanto a Aprendizagem em Pares.	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Avaliação dos Mapas Conceituais sobre Reversibilidade (Etapa A).....	87
Tabela 2 - Avaliação dos Mapas Conceituais sobre os Fatores que afetam o Estado de Equilíbrio: Princípio de Le Chatelier (Etapa B).	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
OCNEM	Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
QUAL	Qualitativa
SADEAM	Sistema de Avaliação do Desempenho Educacional do Amazonas
SAEB	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica
SEA	Sequência de Ensino e Aprendizagem
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO 1 - APRENDIZAGEM DE CONCEITOS CIENTÍFICOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA	20
1.1 O ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	20
1.2 O ENSINO POR COMPETÊNCIAS PARA PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM ATIVA	25
1.3 INVESTIGAÇÕES DIDÁTICAS SOBRE A APRENDIZAGEM DO CONTEÚDO EQUILÍBRIO QUÍMICO.....	27
CAPÍTULO 2 - REFERENCIAIS TEÓRICOS	33
2.1 METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	33
2.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	41
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA DA PESQUISA	47
3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA	47
3.2 CONTEXTO, PARTICIPANTES E CUIDADOS ÉTICOS COM PESQUISA	48
3.3 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS	50
3.3.1 <i>Instrumento Inicial</i>	50
3.3.2 <i>Sequência de Ensino e Aprendizagem</i>	52
3.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS	54
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
4.1 CARACTERIZAÇÃO E PERCEPÇÕES DOS ESTUDANTES PARTICIPANTES DA PESQUISA ..	58
4.2 IDEIAS INICIAIS SOBRE EQUILÍBRIO QUÍMICO.....	61
4.3 ANÁLISE DAS APRENDIZAGENS DESENVOLVIDAS RELACIONADAS AO CONTEÚDO EQUILÍBRIO QUÍMICO A PARTIR DA SEA.....	68
4.3.1 <i>O Conceito de Reversibilidade</i>	69
4.3.2 <i>Reações Químicas Reversíveis</i>	73
4.3.3 <i>Fatores que afetam o Estado de Equilíbrio: Princípio de Le Chatelier</i>	77
4.3.4 <i>Análise dos Mapas Conceituais</i>	85
4.3.4.1 <i>Mapas Conceituais sobre reversibilidade (Etapa A)</i>	86

4.3.4.2 Mapas conceituais sobre os Fatores que afetam o Estado de Equilíbrio: Princípio de Le Chatelier	92
4.4 ANÁLISE DA SEA BASEADA EM METODOLOGIAS ATIVAS	95
4.4.1 <i>Sala de Aula Invertida</i>	95
4.4.2 <i>Experimentação Demonstrativa-Investigativa</i>	98
4.4.3 <i>Aprendizagem em Pares (Peer Instruction)</i>	100
CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
5.1 CONCLUSÕES.....	102
5.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
REFERÊNCIAS.....	106
APÊNDICES	117
APÊNDICE 1 - TERMO DE ASSENTIMENTO	117
APÊNDICE 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PAIS OU RESPONSÁVEIS LEGAIS.....	119
APÊNDICE 3 - INSTRUMENTO INICIAL	121
APÊNDICE 4 - SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM (SEA).....	125
APÊNDICE 5 - FOLHA DE ATIVIDADES 1	127
APÊNDICE 6 - FOLHA DE ATIVIDADES 2	128
APÊNDICE 7 - FOLHA DE ATIVIDADES 3	130
APÊNDICE 8 - FOLHA DE ATIVIDADES 4	132
APÊNDICE 9 - ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO MAPA CONCEITUAL	135
ANEXOS	136
ANEXO 1 - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA (CEP) ..	136

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa vem de preocupações e inquietações relacionadas à abordagem dos conteúdos de Química, de modo que desperte o interesse dos estudantes em aprender e possibilite um processo de aprendizagem mais interessante. Minha trajetória como docente iniciou em 2013, quando atuava como professora no curso profissionalizante de Petróleo e Gás e, durante essa experiência, surgiu meu interesse pelo Curso de Química.

Ingressei no curso de Licenciatura em Química no primeiro semestre de 2014 e logo busquei participar de atividades alusivas ao desenvolvimento científico e docente. Enquanto estudante de graduação, pude fortalecer meu desejo em seguir a profissão apesar das dificuldades existentes. Ao final da graduação, planejei ingressar no mestrado visando: aprimorar meus conhecimentos no que se refere ao Ensino de Química, agregando valor à minha formação como docente; contribuindo para a pesquisa a partir da elaboração e análise de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) estruturada em Metodologias Ativo sobre o conteúdo Equilíbrio Químico.

A escolha da temática em Metodologias Ativas surge como proposta promissora para promover uma atuação mais ativa dos estudantes no processo de aprendizagem e, principalmente, como uma oportunidade para repensar teórica e metodologicamente o ensino e o currículo de Ciências. Em vista disso, pode-se minimizar problemas educacionais como: o currículo pouco interessante para os alunos ou desconectado da realidade; o uso em excesso de aulas teóricas, que gera um grande desinteresse pelas disciplinas de ciências; dificuldades para aprender e associar o conteúdo estudado ao cotidiano.

O termo "inovador" tem sido frequentemente utilizado em referência a propostas metodológicas ativas que visam resolver todos os problemas de aprendizagem, sendo associado a abordagens inéditas. Entretanto, ao analisar essas propostas consideradas inovadoras, percebe-se que muitas delas se baseiam em atividades experimentais de concepção clássica, utilizadas no ensino de Ciências (OLIVEIRA, 1992).

As atividades experimentais, tanto no Ensino Médio como em muitas universidades, ainda são, muitas vezes, tratadas de forma acrítica e seguindo a velha ênfase da memorização de informações, nomes e fórmulas, limitando-se a

demonstrações que não envolvem a participação ativa do aluno ou apenas os convidam a seguir um roteiro e com conhecimentos desligados da realidade. Como consequência, não levam em consideração o caráter investigativo e a relação entre o experimento e os conceitos (ASSAI; FREIRE, 2017; BENEDICTO, 2017; CARVALHO, 2018).

Portanto, é importante ter cautela ao avaliar que o sucesso ou insucesso da aprendizagem depende exclusivamente da metodologia empregada. Embora as abordagens de ensino centradas na aprendizagem ativa sejam consideradas inovadoras, não são inteiramente novas, e seu uso inadequado pode gerar dificuldades no processo de aprendizagem. Além disso, uma abordagem única de ensino pode não ser suficiente para resolver todos os desafios de aprendizagem.

Para minimizar ou solucionar as dificuldades na aprendizagem de conceitos científicos, é fundamental diversificar as situações de aprendizagem, utilizando atividades que aproximam a ciência da realidade dos estudantes. Para tanto, é necessário desenvolver habilidades individuais associadas ao conhecimento científico, tais como descrição, classificação, inferência, pensamento crítico, argumentação, leitura crítica e escrita clara e autoral (BENEDICTO, 2017; CARVALHO, 2018).

É importante destacar que não se trata de substituir os métodos de ensino existentes e, em seguida, determinar qual método ou estratégia é o melhor e mais correto. Em vez disso, é necessário agregar valor aos métodos já utilizados, ensinando como utilizar esse conhecimento para formar indivíduos éticos que questionam valores, construir hipóteses e argumentar cientificamente sobre fatos e fenômenos (PAIVA et. al., 2016; GASTARDELLI, 2017).

Partindo dessa problemática inicial e observando orientações para um currículo pautado na aprendizagem de habilidades e competências, segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), foi elaborada uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) sobre o conteúdo Equilíbrio Químico com atividades estruturadas nas Metodologias Ativas: Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*); Aprendizagem entre Pares (*Peer Instruction*); Experimentação Investigativa. Nesse sentido, busca-se proporcionar ao estudante atividades que ajudem na participação mais ativa no processo de aprendizagem, ou seja, com oportunidades para externalizar suas ideias, escrever sobre o que observa, dialogar com outros estudantes e, assim, superar dificuldades quanto à construção do conhecimento científico.

Estudos realizados por Góis et al. (2012), Rodrigues, Pietrocola, e Piqueira (2012), Silva, Dantas, e Wartha (2012), Menezes et al. (2013), e Silva e Wartha (2018) indicam que as SEAs foram desenvolvidas em torno dos anos 2000. Essas sequências consistem em um conjunto de aulas e atividades que abordam um tema específico, com o objetivo de identificar os conhecimentos e concepções dos estudantes e promover a aquisição de conhecimentos sobre o conteúdo em questão. Essas pesquisas foram inspiradas em um artigo de revisão publicado por Méheut e Psillos (2004).

Paiva *et. al.* (2016) e Gastardelli (2017) destacam que atividades estruturadas com base nas Metodologias Ativas contribuem para que os estudantes sejam mais autônomos na construção do próprio conhecimento. Por sua vez, o professor atua na mediação da aprendizagem, com atividades que desenvolvam o pensamento crítico e estimulem a capacidade de resolver problemas, para que este se torne capaz de aprender ao longo de toda a vida.

A opção por essa abordagem justifica-se pela necessidade de uma aprendizagem científica que promova uma compreensão mais ampla do mundo considerando questões de âmbito político e socioeconômico. Assim, espera-se contribuir com a disponibilização da SEA com as atividades estruturadas em Metodologias Ativas, destinada tanto aos pesquisadores da área de Educação, Ensino de Ciências, assim como a professores do Ensino Médio.

Apesar das pesquisas e novas propostas de aprendizagem, o conteúdo Equilíbrio Químico é um dos que ainda persistem práticas pedagógicas descontextualizadas, o que pode dificultar a compreensão e desmotivar os alunos. Além disso, a elevada hierarquia conceitual desse assunto, que está interligado com outros conceitos fundamentais do campo epistemológico da Química, é uma razão pela qual muitos alunos encontram dificuldades no processo de ensino e aprendizagem (RAVIOLO; GARRITZ, 2008; ARAÚJO, 2018; PEREIRA, 2019).

Acredita-se que a compreensão dos conceitos observados no conteúdo de Equilíbrio Químico possa contribuir para que os estudantes entendam a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana e compreendam como a Química influencia nossa interpretação do mundo atual. Com essa compreensão, os estudantes poderão analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia, reconhecendo a responsabilidade social decorrente da

aquisição desses conhecimentos em prol da qualidade de vida da sociedade (NOVAIS; ANTUNES, 2016).

É importante destacar que o cenário de pandemia impulsionou o uso das Metodologias Ativas. Em março de 2020, foi necessário interromper as atividades presenciais devido às regras de distanciamento social, com isso, o uso das tecnologias digitais se tornou primordial para que as diversas áreas impactadas pudessem continuar operando, principalmente a Educação.

As Metodologias Ativas já estavam sendo utilizadas nas escolas, contudo, ainda escala pequena, pois grande parte do processo de ensino e aprendizagem ainda era na modalidade cem por cento (100%) presencial. Diante desse contexto, as instituições de ensino tiveram a oportunidade de aplicar, avaliar e testar uma diversidade de ferramentas e métodos, mediante adaptações necessárias, para oferecer condições favoráveis e acessíveis aos alunos e acompanhamento das aulas. Considerando as atuais demandas, a aplicação da SEA foi adaptada ao cenário de pandemia, com aplicação das atividades na modalidade curso aos estudantes da rede pública de ensino.

Do exposto, esta pesquisa tem a seguinte questão norteadora: ***De que forma uma Sequência de Ensino e Aprendizagem, estruturada com Metodologias Ativas, favorece a compreensão de estudantes do Ensino Médio quanto aos fenômenos que envolvem Equilíbrio Químico?***

Assim, o objetivo geral foi identificar evidências de aprendizagem a partir de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem estruturada com Metodologias Ativas sobre o conteúdo Equilíbrio Químico. As evidências de aprendizagem foram analisadas com base nos seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar as percepções do estudante sobre as Estratégias de Ensino e Aprendizagem;
- b) Levantar as ideias prévias dos estudantes sobre Equilíbrio Químico;
- c) Analisar as aprendizagens desenvolvidas - conhecimentos e habilidades - relacionadas ao conteúdo Equilíbrio Químico a partir da Sequência de Ensino e Aprendizagem.

Para além da Introdução, apresenta-se um panorama geral da proposta desta pesquisa. O Capítulo 1 trata de aspectos curriculares relativos à Educação Básica - competências, habilidades, conhecimentos, matrizes de referência de Exames de

larga escala. Ainda, apresenta uma relação destes com o conteúdo Equilíbrio Químico, bem como enfatiza a aprendizagem por competências.

O Capítulo 2 aborda o desenvolvimento da autonomia e protagonismo do estudante com base nas Metodologias Ativas e na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel enquanto referenciais teóricos desta pesquisa. Além disso, diz respeito à Revisão da Literatura relacionada com a produção científica acerca das Metodologias Ativas e as investigações didáticas associadas ao conteúdo Equilíbrio Químico.

O Capítulo 3 descreve a abordagem de pesquisa adotada, contexto e participantes da pesquisa, bem como os procedimentos de coleta de dados de análise que possibilitam elucidar as evidências de aprendizagem desenvolvidas por meio das metodologias ativas.

No Capítulo 4, são explanados os resultados referentes às percepções dos estudantes sobre as Estratégias de Ensino e Aprendizagem e nível de domínio dos Recursos e Plataformas Digitais. Para mais, verificou-se os conhecimentos prévios dos participantes relativos ao Equilíbrio Químico e realizou-se uma análise das evidências de aprendizagens e desenvolvimento de competências e habilidades que envolvem o conteúdo em questão a partir da aplicação da SEA.

Por fim, foram apresentadas as conclusões desta pesquisa e as Considerações Finais. Após as referências utilizadas nesta pesquisa, podem ser consultados os apêndices e anexos.

CAPÍTULO 1 - APRENDIZAGEM DE CONCEITOS CIENTÍFICOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Este capítulo situa o contexto amplo desta pesquisa, que está relacionado com os estudantes do Ensino Médio e seus conhecimentos sobre fenômenos baseados no conteúdo Equilíbrio Químico. Para tanto, buscou-se a compreensão a partir do currículo que tem como princípio nortear as aprendizagens por competências e habilidades, visto que para desenvolvê-las precisam ser oportunizadas situações de ensino e aprendizagem aos estudantes, em que possam ser mais ativos no processo. Nesse sentido, apresenta-se um panorama das pesquisas no Ensino de Química até os dias atuais e os conteúdos fundamentais com base nas Matrizes Curriculares para promover o desenvolvimento de competências e habilidades.

1.1 O Ensino de Química na Educação Básica

Até 1930, o Brasil ainda não contava com cursos de graduação em Química com objetivos explícitos de formar químicos cientificamente preparados e, conseqüentemente, não existiam professores de Química com formação específica. A Química só começou a ser ministrada como disciplina regular a partir de 1931, com a reforma educacional de Francisco Campos, e possuía o objetivo de dotar os estudantes de conhecimentos específicos, despertando o interesse pela ciência, e mostrar a relação desses conhecimentos com o cotidiano (LIMA, 2013; PORTO; KRUGER, 2013; NOVAIS; ANTUNES, 2016).

De acordo com Schnetzler (2010), os objetivos educacionais para o ensino de Química, desde a reforma de Francisco Campos, já buscavam conferir a obrigatoriedade da aprendizagem de princípios gerais da Química, enfatizando seu caráter experimental e suas relações com a vida cotidiana, seja no ensino secundário, nos cursos científicos ou no segundo grau. Até hoje, ainda são discutidas as defasagens entre os objetivos propostos e o ensino de Química na prática.

Porto e Kruger (2013) destacam que na década de 90 aconteceram importantes mudanças no Ensino Médio brasileiro a partir da elaboração de documentos para nortear a Educação Básica. No bojo dessas mudanças, destacam-se documentos voltados para o Ensino Médio, como as Diretrizes Curriculares Nacionais para o

Ensino Médio (DCNEM), os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM).

Alinhadas aos documentos oficiais citados, as Matrizes de Referência, relativas às Avaliações de Larga Escala como do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), descrevem conhecimentos, competências e habilidades desejáveis que os estudantes desenvolvem ao longo da vida escolar em cada série e para cada disciplina e, com isso, assegurar uma formação básica comum nacional. Lima Júnior e Gauche (2012) enfatizam que o desenvolvimento de competências recomenda um olhar especial frente aos processos cognitivos, ou seja, à capacidade de pensar e articular, mobilizar conhecimentos, habilidades e valores.

As Matrizes de Referência estão organizadas em níveis nacional e estadual, ou seja, tem-se o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) que traz um panorama de conhecimentos gerais que devem ser desenvolvidos na Educação Básica no Brasil. Nesta pesquisa, levou-se em consideração a Matriz de Referência do Sistema de Avaliação do Desempenho Educacional do Amazonas (SADEAM) e a Matriz de Referência do ENEM, destacando os conteúdos curriculares de Ciências da Natureza na área de Química.

A Matriz do SADEAM, para as Ciências da Natureza no Ensino Médio Regular e Educação de Jovens e Adultos (EJA), destaca como elementos que a compõem: os tópicos (ou domínios) que agrupam por afinidade um conjunto de habilidades indicadas pelos descritores; os descritores que associam o conteúdo curricular a operações cognitivas, indicando as habilidades que serão avaliadas por meio de um item; o item que consiste em uma questão utilizada nos testes de uma avaliação em larga escala e se caracteriza por avaliar uma única habilidade indicada por um descritor da Matriz de Referência (AMAZONAS, 2012).

No Quadro 1, foram selecionados os descritores que se aproximam do conteúdo Equilíbrio Químico e conteúdos anteriores dentro do componente curricular Química, que indicam as habilidades a serem desenvolvidas a partir desses conteúdos curriculares. Para melhor compreender como está organizada, é necessário considerar que a letra “D” indica descritores e a letra “Q” remete aos descritores da área de Química, uma vez que este documento também apresenta descritores nas áreas de Física e Biologia.

Quadro 1 - Elementos da Matriz de Referência do SADEAM alinhados com o Ensino de Equilíbrio Químico.

Domínio	Descritores	Conteúdos Curriculares
Matéria e Energia	D06(Q)	Diferenciar transformações químicas de transformações físicas da matéria;
	D07(Q)	Identificar códigos, símbolos, equações e expressões próprias da linguagem química.
Ser humano e Saúde:	D54(Q)	Reconhecer o equilíbrio das reações químicas relacionadas com o metabolismo humano como, por exemplo: acidez estomacal e pressão sanguínea;
Tecnologia e Sociedade:	D56(Q)	Analisar medidas que permitem controlar e/ou minimizar problemas ambientais, tais como: intensificação do efeito estufa, destruição da camada de ozônio, extinção e introdução de novas espécies, mudanças climáticas, poluição ambiental.
	D61(Q)	Compreender o ciclo de vida dos objetos a partir de seu uso e descarte e da possibilidade de decomposição por biodegradação ou não dos materiais de que são confeccionados.

Legenda: D – Descritores; Q – Descritores de Química.

Fonte: Adaptado de Amazonas (2012).

Esses documentos reforçam a importância de reconhecer a ciência e a tecnologia como criação humana, portanto, necessária para o desenvolvimento da sociedade. A Química é uma ciência presente de forma abrangente no contexto social dos indivíduos, sendo uma das principais responsáveis pelos avanços nos campos da saúde, transportes, educação, alimentação, ambiente, tecnologia, energia, cultura e muitos outros setores.

[...] a Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade (BRASIL, 2002, p.87).

As competências e habilidades em Ciências da Natureza e suas tecnologias, com base na Matriz de Referência do ENEM (Quadro 2), especificamente visando o Ensino de Química, serão consideradas na elaboração e execução da SEA para aprendizagem do conteúdo Equilíbrio Químico, mas também para uma melhor interpretação do mundo através das ferramentas da Química. É essencial que se considere o caráter dinâmico dessa ciência, possibilitando ao aluno compreender o processo de construção do conhecimento ao longo do tempo, ou seja, como construção histórica e parte de um conhecimento produzido socialmente.

Os conteúdos da Matriz de Referência do ENEM estão organizados em consonância com as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM)

em quatro áreas do conhecimento: Linguagens, códigos e suas tecnologias; Ciências Humanas e suas tecnologias; Matemática e suas tecnologias; Ciências da Natureza e suas tecnologias. O documento destaca Eixos Cognitivos importantes a todas as áreas de conhecimento, tais como: dominar linguagens; compreender fenômenos; enfrentar situações-problema; construir argumentação; elaborar propostas reforçando a importância das conexões entre as estruturas cognitivas prévias e a integração a novos contextos (BRASIL, 2015).

Quadro 2 - Competências e habilidades da Matriz de Referência do ENEM alinhados com a SEA sobre Equilíbrio Químico.

Competência de área	Habilidade
(1) Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.	(H4) Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.
(3) Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos	(H9) Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos.
(5) Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.	(H17) Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.
	(H19) Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.
(7) Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.	(H24) Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.
	(H25) Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.
	(H26) Avaliar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energias envolvidas nesses processos.

Legenda: H – Habilidade.

Fonte: Adaptado de Brasil (2015).

Através dos conhecimentos e as habilidades previstos pelas Matrizes de Referência, acredita-se que é possível assegurar as aprendizagens essenciais a todos os alunos, as quais devem ser desenvolvidas ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. Assim, pretender-se valorizar suas contribuições para o

desenvolvimento da sociedade, destacando sua relevância não somente para os estudantes, mas também para os professores e toda comunidade escolar, como relevante instrumento para melhorar a qualidade de vida das populações e enriquecer a sociedade intelectual e culturalmente (NOVAIS; ANTUNES, 2016).

Nessa perspectiva, a BNCC estabelece dez competências gerais e três competências específicas para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, sendo cada uma destas compostas por um conjunto de habilidades, organizadas: em conhecimentos conceituais; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação; às linguagens das Ciências da Natureza.

É de comum acordo entre pesquisadores que aprender Ciências da Natureza vai além da memorização de conteúdos conceituais. A aprendizagem é um processo de construção do conhecimento, de modo que estes sejam úteis para resolução de problemas cotidianos, por exemplo: saber estimar o consumo de energia de aparelhos elétricos; ler e compreender as informações de caráter químico em notícias e artigos de jornais e televisão; interpretar os rótulos de alimentos, possibilitando ainda, aplicar os conhecimentos para solucionar questões globais e locais como desmatamento, mudanças climáticas, energia nuclear e uso de transgênicos na agricultura etc. (DUMONT; CARVALHO; NEVES, 2016; NOVAIS; ANTUNES, 2016; CASTRO; SIQUEIRA; TONIN, 2017; CARDOSO; SCARPA, 2018).

Considerando, especificamente, o conteúdo Equilíbrio Químico, destaca-se sua riqueza e potencial na interpretação química de fenômenos, uma vez que engloba uma grande quantidade de outros conceitos, além de ser muito explorado nos vestibulares, principalmente no ENEM, pois faz parte dos conteúdos mínimos propostos pelo MEC. As discussões sobre metodologias para o ensino de Equilíbrio Químico não são recentes, muitas são propostas nos documentos oficiais, conforme explicitado nos parágrafos anteriores, mas também em produções acadêmicas e congressos na área da Educação de modo geral (BEDIN; CASSACOL, 2016; SANTOS, 2016; VASCONCELOS *et al.*, 2016).

Bedin e Cassacol (2016) e Santos (2016) consideram que as dificuldades dos alunos em compreender conceitos em torno do conteúdo Equilíbrio Químico ocorrem devido ao seu nível de abstração e, principalmente, pela abordagem recorrente nos Livros Didáticos em atribuir mais ênfase aos aspectos quantitativos, focando somente

nos cálculos matemáticos. Dessa forma, deixam de explorar os aspectos qualitativos que possibilitam interpretar e compreender fenômenos.

Para uma aprendizagem mais significativa e que faz sentido na vida dos estudantes, é necessário estimulá-los a participar de forma mais ativa na construção dos seus conhecimentos e na sociedade em geral (NOVAIS; ANTUNES, 2016). No entanto, há desafios diários que surgem na sala de aula ao se considerar os conhecimentos, competências e habilidades essenciais propostas nos documentos oficiais e sua aplicação prática no ensino. Esses desafios incluem a necessidade de tempo para o planejamento de atividades, o apoio da gestão escolar e o engajamento e disposição dos alunos em aprender.

1.2 O ensino por competências para promoção da aprendizagem ativa

A aprendizagem de Química na perspectiva de competências e habilidades favorece o protagonismo dos estudantes, permitindo ao aluno desenvolver capacidades como interpretar e analisar dados, argumentar, tirar conclusões, avaliar e tomar decisões. Tudo isto é fundamental para que possam agir de forma eficiente e determinada diante de uma situação real.

Para Zabala e Arnau (2010, p. 17),

o uso do termo competência é uma consequência da necessidade de superar um ensino que, na maioria dos casos, reduziu-se a uma aprendizagem cujo método consiste em memorização, isto é, decorar conhecimentos, fato que acarreta na dificuldade para que os conhecimentos possam ser aplicados na vida real.

A utilização do conceito de competências na educação oferece uma oportunidade para promover mudanças significativas, colocando o foco no aprendizado dos alunos. Esse processo é gradual e progressivo, permitindo que os alunos investiguem, analisem e discutam situações-problemas de diversos contextos socioculturais, além de compreenderem e interpretarem leis, teorias e modelos e aplicá-los na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. Essa abordagem coloca o aluno como protagonista do processo de aprendizagem e contribui para uma educação mais relevante e conectada com a realidade. No entanto, há desafios a serem enfrentados, como a necessidade de tempo para o planejamento das atividades, o apoio da gestão escolar e o engajamento dos estudantes. (ZABALA; ARNAU, 2010).

No Quadro 3, destaca-se competências e habilidades propostas pela BNCC que atendem aos currículos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e mais se aproximam do conteúdo Equilíbrio Químico.

Quadro 3 - Competências específicas e habilidades propostas pela BNCC alinhadas com o ensino de Equilíbrio Químico.

Competência Específica	Habilidade
<p>(1) Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.</p>	<p>(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.</p>
	<p>(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.</p>
<p>(2) Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.</p>	<p>(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p>
	<p>(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.</p>
	<p>(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.</p>
<p>(3) Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p>	<p>(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica;</p>
	<p>(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.</p>
	<p>(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em</p>

	equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
--	--

Legenda: EM – Ensino Médio; CNT – Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Os números indicam as habilidades 1 e as competências.

Fonte: Adaptado de Brasil (2015).

A promoção da aprendizagem por competências visa desenvolver o protagonismo e fortalecer seu engajamento dos alunos. Coerente com essa perspectiva tem-se a aprendizagem ativa que também busca criar oportunidades para que os mesmos promovam sua formação pessoal, profissional e cidadã (PERRENOUD, 2013).

A promoção da aprendizagem baseada em competências e habilidades é uma iniciativa que favorece a aprendizagem ativa e representa uma postura contrária às práticas voltadas apenas para preparar os estudantes para as avaliações escolares e os vestibulares, que têm como único objetivo viabilizar a entrada no Ensino Superior. Entretanto, quando se propõem aulas com foco na aprendizagem ativa, é imprescindível planejar e incluir o desenvolvimento de tais competências e habilidades, ou seja, alinhar o discurso com a prática, para de fato o aluno ser protagonista na construção do seu conhecimento e utilizá-lo ao longo da sua vida, seja como cidadão ou no desenvolvimento da sua prática profissional.

1.3 Investigações Didáticas sobre a Aprendizagem do Conteúdo Equilíbrio Químico

O Equilíbrio Químico constitui um dos conteúdos integrantes do componente curricular de Química, sendo, geralmente, abordado no segundo ano do Ensino Médio. O conhecimento desse conceito possibilita compreender como e até que ponto ocorrem muitas das reações químicas, qual o seu rendimento em diferentes condições, além de entender os aspectos termodinâmicos e cinéticos que regem essas reações (CAROBIN; SERRANO, 2007; SILVA; AMARAL, 2017).

Embora se reconheça a importância das aprendizagens que tratam sobre Equilíbrio Químico, ainda permanece o desafio de promover a compreensão conceitual dos estudantes contribuindo para uma aprendizagem ampla e significativa. O conceito de Equilíbrio Químico está entre os mais exigidos em avaliações institucionais e, em geral, se apresenta como de difícil compreensão (SILVA; AMARAL, 2017; TEIXEIRA JUNIOR; SILVA, 2017).

Quílez-Pardo e Solaz-Portolés (1995) e Carobin e Serrano (2007) identificaram problemas conceituais de origem microscópica também em professores, inclusive, representando uma das causas para o aparecimento de concepções errôneas nos estudantes. Professores e alunos, em particular, não necessariamente são capazes de compreender os níveis de representação ao mesmo tempo, apresentando, portanto, dificuldades de compreensão no conceito de Equilíbrio Químico.

Quílez (2004) salienta que os professores consideram o Equilíbrio Químico como um dos conceitos de Química mais difíceis de ensinar, enquanto os alunos consideram este tópico como um dos mais difíceis de aprender. Raviolo e Aznar (2005) verificaram que professores têm as mesmas dificuldades que seus alunos. Se os professores de Química durante sua formação já apresentam dificuldades de compreensão quanto ao conteúdo a ser ensinado, isso se refletirá diretamente em dificuldades de aprendizagem nos estudantes, bem como em entraves do próprio professor para elaborar suas aulas e atividades que exijam maior domínio conceitual.

As razões apontadas para tal empecilho referem-se à natureza abstrata do conceito de Equilíbrio Químico e à significativa hierarquia conceitual. Sua compreensão demanda conhecimentos prévios e integrados a respeito das reações químicas, nomenclatura e simbologia para: representar as reações, concentração, reversibilidade, aspectos termoquímicos e cinéticos; compreender a sincronicidade entre a ruptura e formação de novas ligações, cálculos estequiométricos, além de habilidades em leitura de gráficos e operações matemáticas (CAROBIN; SERRANO, 2007; SILVA; AMARAL, 2017; BUENO FILHO; LOPES, 2021).

Raviolo e Aznar (2005) explicam que a maneira como o conceito de reação química é apresentada, considerando que a reação ocorre em sentido único, dificulta a compreensão da reversibilidade e dinâmica do Equilíbrio Químico. Os alunos têm um modelo de compreensão inadequada da reação química, principalmente em relação aos sentidos direto e inverso da reação quando se trata do estado de equilíbrio, interpretando erroneamente a seta dupla e o efeito de catalisador (aspecto cinético).

Segundo Teixeira Junior e Silva (2017), os principais obstáculos de aprendizagem provêm da forma como o conceito é abordado nas aulas de Química e nos livros didáticos, com pouca ênfase em aspectos qualitativos e conceituais, não sendo suficientes a definição dos conceitos e a realização de exercícios quantitativos. Quílez (2004) explica que isso acontece porque os livros didáticos geralmente

resolvem os problemas por um único método, aplicando diretamente uma fórmula, apresentando os resultados matemáticos com justificativas rasas ou até sem justificativa. Raviolo e Aznar (2005) afirmam que a origem dessas dificuldades sucede-se em razão dos livros didáticos insistirem na abordagem dos aspectos quantitativos dos conceitos antes de desenvolverem os aspectos qualitativos. Isso implica que os estudantes fiquem propensos a realizar apenas manipulações irracionais de equações matemática.

Carobin e Serrano (2007) apontam que os estudantes não têm uma imagem mental desenvolvida ou acurada de como os átomos se rearranjam em uma molécula específica e, por isso, apresentam diversas concepções alternativas a respeito do conteúdo Equilíbrio Químico. Raviolo e Aznar (2005) explicam que o entendimento de representações em nível microscópico realmente demonstra-se como o nível de maior dificuldade, pois apresentam características abstratas e invisíveis.

Carobin e Serrano (2007) destacam as concepções alternativas como um dos principais fatores relacionados às dificuldades de aprendizagem: (I) Incorreta interpretação da dupla seta; (II) Após a reação direta se completar, inicia a reação inversa; (III) Dificuldades de compreensão quanto às velocidades das reações; (IV) O Equilíbrio Químico não é dinâmico, mas estático. As pesquisas de Raviolo e Aznar (2005) apontam como fontes importantes das dificuldades que atrapalham os estudantes na compreensão do conceito de Equilíbrio Químico: (I) Concepções alternativas de professores; (II) Metodologias de Ensino Tradicionais; (III) Uso na linguagem cotidiana de termos usados com outro significado na ciência; (IV) Ideia de equilíbrio intimamente relacionada com o equilíbrio mecânico.

De acordo com Quílez (2004), Pedrosa e Dias (2000) explicam que o conceito de Equilíbrio Químico é frequentemente mal compreendido, principalmente em relação ao uso e aplicação do Princípio de Le Chatelier. Além disso, Bueno Filho e Lopes (2021) destacam que as abordagens presentes nos livros didáticos sobre esse tema são vagas e ambíguas, enfatizando mais os aspectos algorítmicos e quantitativos do que os qualitativos, o que pode levar a mal-entendidos.

Para, Raviolo e Aznar (2005) muitos livros escolares abordam o *Princípio de Le Chatelier* como uma lei universal sem desenvolver seus fundamentos termodinâmicos e limites de validade e, como consequência, muitos professores realizam o planejamento baseado no uso acrítico dos livros didáticos como única fonte de informação. Carobin e Serrano (2007) destacam que os professores possuem

concepções alternativas maiores do que os estudantes, pois se apoiam na exclusividade e certeza do *Princípio de Le Chatelier* sem a resolução de problemas mais crítica e reflexiva do assunto, tornando-se uma das possíveis causas das concepções dos alunos.

O uso do Princípio de Le Chatelier pode ser fundamentado ontologicamente em um comportamento químico de ação e reação, levando a uma compreensão inadequada da Terceira Lei de Newton para Equilíbrios Químicos perturbados (QUÍLEZ, 2004). Essa base mecânica tem gerado a visão equivocada de que o Princípio de Le Chatelier possui declarações simples de aplicar através de uma relação causal linear.

Quílez (2004) analisou as respostas fornecidas por estudantes do Ensino Médio e universitários, bem como professores de escolas sobre o estado de Equilíbrio Químico, assim, verificou que a maioria apresenta uma grande resistência em usar e interpretar equações matemática ou faz uso incorreto da linguagem científica e raramente usam a constante de equilíbrio para prever uma mudança no equilíbrio químico. Em vez disso, geralmente tentavam interpretar o problema em termos do *Princípio de Le Chatelier*, que muitas vezes levam a respostas erradas.

Raviolo e Aznar (2005) reforçam que poucos textos alertam sobre os casos em que o Princípio dá resultados contraditórios ou não é cumprido, sendo apresentado de forma simplificada e sem discussão quanto a suas limitações. Como exemplo, cita-se a não influência da adição de um gás inerte a um sistema químico gasoso em equilíbrio a volume e temperatura constantes.

Silva e Amaral (2017), Teixeira Junior e Silva (2017) fazem apontamentos bem semelhantes, de que os estudantes conseguem indicar se o “equilíbrio se desloca para a direita, formando produtos” ou “para a esquerda, regenerando os reagentes”, porém, não conseguem compreender e explicar o que ocorre a nível cinético-molecular no estado de equilíbrio, não têm a compreensão do porquê as concentrações das espécies químicas presentes no equilíbrio permanecem constantes e concebem a ideia de que não existem mais reagentes no estado de equilíbrio. Castro e Magalhães (2017) descrevem um estudo realizado com estudantes e professores de uma escola particular do Rio de Janeiro-RJ e mostram que os alunos consideram que a reversibilidade somente acontecerá se todos os reagentes forem consumidos ao longo da reação.

O uso da palavra "equilíbrio" no contexto da criação de uma equação química pode levar à ideia equivocada de que a quantidade de reagentes e produtos é igual no estado de equilíbrio ou que estão presentes em quantidades iguais aos seus coeficientes estequiométricos. Para uma compreensão adequada dos fenômenos químicos e dos conteúdos em geral, é essencial entender cada um dos níveis representacionais: sensorial, microscópico e simbólico. No entanto, a compreensão de ordem microscópica, envolvendo reações químicas, não ocorre tão facilmente e várias são as concepções apresentadas pelos estudantes (RAVILOLO; AZNAR, 2005; CAROBIN; SERRANO, 2007).

[...] Assim, para que o aluno desenvolva uma compreensão mais acurada do caráter reversível do equilíbrio químico, deve ser apresentada, quando em estado de equilíbrio, uma representação microscópica, onde moléculas estão constantemente reagindo; ligada a uma representação simbólica, onde contagem de moléculas de reagentes e produtos seja constante, embora as suas velocidades de reação sejam iguais, mas não nulas. No nível de representação macroscópico, não se apresentam mudanças visíveis. Quando as reações ainda não chegaram ao equilíbrio químico, devem ser apresentadas ao aluno representações correspondentes (CAROBIN; SERRANO, 2007, p. 136).

Outro ponto importante que leva o Equilíbrio Químico a ser considerado um conteúdo de difícil compreensão, está relacionado com o planejamento das atividades propostas pelos professores. Costa Beber, Kunzler e Lazarino (2019), Silva e Amaral (2017) consideram que, para uma atuação comprometida com a qualidade do ensino, é muito importante o professor saber o que vai ensinar, os objetivos que deseja alcançar, quais estratégias devem ser utilizadas, considerando não apenas os aspectos cognitivos, mas os afetivos e os psicomotores, proporcionando uma aprendizagem mais profunda e que faça sentido no seu processo de aprendizagem.

Costa Beber, Kunzler, Lazarino (2019) trazem ricas contribuições sobre os conceitos de Equilíbrio Químico. Os autores destacam o uso de múltiplas metodologias de ensino (Atividade Experimental, Seminário, Situações-Problema e Construção de Mapa Conceitual) na elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), referenciada pela Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). Quanto à análise dos dados, os autores recorrem a Análise Textual Discursiva (ATD) para identificar a progressividade na compreensão dos conceitos e indícios de aprendizagem significativa.

O uso de metodologias diversificadas exige dedicação tanto por parte de quem aprende como também de quem ensina. A diversidade de atividades cria condições

mais adequadas para que a aprendizagem significativa se efetive. Costa Beber, Kunzler e Lazarino (2019) dão ênfase as pesquisas de Pozo e Crespo (2009), Cachapuz *et al.* (2005), Lemos (2011) e Masini e Moreira (2017), reforçando dois pontos relevantes no processo de aprendizagem com base na TAS, a identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes e a predisposição para aprender.

Silva e Amaral (2017) destacam as seguintes estratégias didáticas como as mais comuns em trabalhos de pesquisa no ensino de Química para abordar o conteúdo Equilíbrio Químico: experimentação; simulações; jogos; vídeos/filmes; analogias; hiperdocumentos; júri simulado; hiper mídias. As autoras salientam que as simulações são promissoras para este conteúdo, pois possibilitam discutir o comportamento cinético-molecular dos fenômenos químicos e, dessa forma, aspectos como a reversibilidade, a dinâmica das reações químicas e as influências das condições externas sobre um sistema em equilíbrio químico. Assim, o nível microscópico pode ser abordado, ampliando a visão e facilitando a compreensão dos estudantes com relação a esse conceito químico.

Carobin e Serrano (2007) explicam que utilização das simulações computacionais quando efetuadas de maneira correta são recursos capazes de auxiliar na compreensão de fenômenos químicos que envolvem o nível microscópico, ou seja, as representações cinético-moleculares do fenômeno (partículas, átomos, íons e moléculas). O entendimento de representações em nível microscópico, realmente é o mais deficiente de representações, tornando-se o nível de maior dificuldade, pois apresenta características abstratas e invisíveis, fazendo com que os alunos confiem nas informações sensoriais, que são mais realísticas para eles.

As atividades experimentais são estratégias didáticas comuns para abordar o conteúdo Equilíbrio Químico (SILVA; AMARAL, 2017), mas selecionar um experimento adequado não é uma tarefa simples, pois geralmente o tempo para trabalhos práticos no laboratório não é suficiente nas escolas e não há um experimento único que permite cobrir todos os aspectos do equilíbrio químico e suas perturbações (RAVILOLO; AZNAR, 2005). Por isso, muitas vezes os professores recorrem a analogias com sistemas físicos conhecidos, reforçando uma compreensão errônea de equilíbrio estático.

CAPÍTULO 2 - REFERENCIAIS TEÓRICOS

No início deste capítulo, são abordadas as Metodologias Ativas, visando a apresentação da aprendizagem ativa e sua relação com o desenvolvimento da autonomia e protagonismo dos estudantes, bem como as estratégias, métodos e técnicas que permitem o desenvolvimento dessa aprendizagem ativa. Além disso, é apresentada uma Revisão da Literatura relacionada à produção científica sobre as metodologias ativas. O segundo tópico trata do processo de aprendizagem baseado na Teoria de David Ausubel, visando a subsidiar a compreensão das aprendizagens promovidas pelas Metodologias Ativas.

2.1 Metodologias Ativas no Ensino de Química

As Metodologias Ativas valorizam o papel dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, permitindo que eles se tornem protagonistas. Essas metodologias são consideradas modernas, inovadoras ou atuais, já que ainda não são totalmente aplicadas (DHINDSA; TREAGUST, 2014; OVERTON; RANGLES, 2015; BACICH; MORAN, 2018; MOTA; ROSA, 2018).

É importante ressaltar que as Metodologias Ativas surgiram na década de 80 do século XX e vêm sendo adotadas com o objetivo de melhorar o processo de ensino e aprendizagem, permitindo uma interação cognitiva mais eficiente e aproximando os alunos de problemas reais (GASTARDELLI, 2017; BACICH; MORAN, 2018; MOTA; ROSA, 2018). Além disso, o uso dessas metodologias atende às competências a serem adquiridas durante a educação básica, conforme estabelecido na BNCC (RABER; GRISA; SCHMITZBOOTH, 2017).

Isso ocorre porque as metodologias ativas enfatizam a construção do conhecimento pelo próprio aluno, através de experiências práticas, reflexões e debates em grupo, em vez de simplesmente receber informações do professor em uma aula expositiva. Desse modo, os alunos passam a ser os protagonistas do processo de aprendizagem, e não meros receptores passivos. Com isso, há uma maior motivação para a aprendizagem, bem como uma melhor assimilação e aplicação dos conteúdos estudados. As metodologias ativas mostram-se eficazes na construção de conhecimentos, no desenvolvimento de habilidades e competências, no trabalho cooperativo, na solução de problemas e na realização de projetos que transformam resultados em ideias.

Bacich e Moran (2018), Gastardelli (2017), Mota e Rosa (2018) destacam que essas metodologias requerem planejamento do professor, de modo a fazer os questionamentos certos para envolver os alunos, dar explicações para mediar a aprendizagem e não respostas prontas, permitindo que construam suas próprias ideias. Bacich e Moran (2018) afirmam que as metodologias ativas são estratégias pedagógicas desafiadoras, porém, possibilitam uma melhoria na atuação tanto do professor quanto do aluno em sala de aula.

Quando falamos de uma metodologia ou aprendizagem ativa, considera-se o aluno como parte principal no processo de ensino e aprendizagem, daí vem a característica principal dessa abordagem, que centraliza-se no protagonismo do aluno. De acordo com Bacich e Moran (2018), as atividades devem ser planejadas levando em consideração todos os conhecimentos prévios que o aluno adquiriu no seu cotidiano, sem necessariamente ter sido ensinado formalmente. É importante também dar espaço para que o aluno possa expressar suas ideias, opiniões e questionamentos, promovendo assim um ambiente propício para que ele compreenda e execute as atividades propostas.

O professor, ao trazer para a sua prática uma nova forma de aprender e ensinar, desperta nos alunos a capacidade de tomar decisões, de modo que se sintam desafiados em discutir uns com os outros, levantar hipóteses, propor soluções para problemas reais e desenvolver conclusões sobre os conteúdos estudados, aptos a buscar informações, analisar e elaborar respostas (PAIVA *et al.*, 2016; FACIN; GARCIA, 2017; GASTARDELLI, 2017). Desse modo, os alunos saem da condição passiva de receptores e atuam significativamente na aprendizagem, pois sentem-se mais instigados a descobrir coisas novas (GASTARDELLI, 2017).

Gastardelli (2017) destaca a pirâmide da aprendizagem (Figura 1) desenvolvida por William Glasser, sobre a retenção de conhecimentos quando se aplica metodologias ativas em sala de aula. Observa-se que, quanto mais ativamente o aluno participa da aula, maior é a capacidade de retenção de conhecimentos. A habilidade de levantar hipóteses, propor soluções para problemas reais e desenvolver conclusões são habilidades úteis para a vida pessoal e profissional. Moran (2018) considera a aprendizagem por meio da transmissão importante, contudo, a aprendizagem por questionamento e experimentação é mais relevante para uma compreensão mais ampla e profunda.



Figura 1 - Pirâmide da Aprendizagem.

Fonte: Gastardelli (2017).

Outras estratégias são mencionadas por Paiva *et al.* (2016), como: seminários; trabalho em pequenos grupos; relato crítico de experiência; socialização; mesas-redondas; plenárias; exposições dialogadas; debates temáticos; oficinas; leitura comentada; apresentação de filmes; interpretações musicais; dramatizações; dinâmicas lúdico-pedagógicas; portfólio; avaliação oral. Nesse sentido, as técnicas mencionadas acima são consideradas metodologias ativas de ensino-aprendizagem, que abrangem diversas situações de aprendizado, valorizando a participação ativa dos alunos no processo.

Para que a aprendizagem se aproxime das aprendizagens altamente significativas, Valadares (2011) recomenda o ensino investigativo. Isso permite que o aluno aprenda como aplicar os conhecimentos que adquire em situações reais, o que é fundamental para a formação de habilidades e competências necessárias para sua vida pessoal e profissional. Para Raber, Grisa e SchmitzBooth (2017), considerar as ideias dos estudantes é um critério de demarcação importante de novas propostas para o ensino de ciências e está plenamente justificado atualmente.

Assinala-se que as metodologias ativas estão sendo adotadas para atingir uma aprendizagem de qualidade, inovadora e significativa, possibilitando uma melhor interação cognitiva, aproximando os alunos de problemáticas reais e quebrando os paradigmas de práticas pedagógicas tradicionais (BORGES; DEBON; MARTINS, 2017).

Os trabalhos sobre o uso, desenvolvimento e contribuições das Metodologias Ativas têm sido crescentes nas pesquisas em Ensino ou em Educação de modo geral. Nessa perspectiva, é importante ressaltar algumas pesquisas que utilizaram essa abordagem para proporcionar uma educação mais colaborativa e contribuir para o desenvolvimento das capacidades cognitivas e socioemocionais dos alunos.

O desenvolvimento de pesquisas sobre abordagens, cuja aprendizagem é centralizada no aluno, tem registros desde meados da década de 60 em materiais produzidos com o método de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), do inglês Problem Based Learning (PBL), baseado em uma visão construtivista da aprendizagem (OVERTON; RANGLES, 2015). A ABP foi inicialmente desenvolvida em cursos de Graduação em Química, cujo objetivo era desenvolver as habilidades práticas e transferíveis dos alunos, bem como seu conhecimento de conteúdo e compreensão científica (JOHNSTONE; OTIS, 2006; KELLY; FINLAYSON, 2007; WILLIAMS *et al.*, 2010).

No Brasil, podemos destacar os trabalhos de Malheiro e Teixeira (2011) e Salvador *et al.* (2011) desenvolvidos com alunos do Ensino Médio na disciplina de Biologia, para estimular a participação ativa dos estudantes durante as aulas, possibilitando a contextualização do conhecimento, já que a maioria dos estudantes apresentam dificuldades em criar uma solução prática aplicada ao seu cotidiano a partir do conhecimento adquirido.

Menezes e Pagan (2011) aplicaram o método de Aprendizagem Baseada em Problemas na formação de professores do curso de Licenciatura em Biologia da Universidade Federal de Sergipe (UFS). O objeto consistia em levar os discentes a elaborarem uma autoavaliação sobre a própria práxis docente, integrando ensino e pesquisa. A mudança dentro do processo de formação é extremamente importante para que os professores possuam mais repertório e estratégias, organizem, elaborem e desenvolvam suas aulas com alunos.

Os termos “investigação”, “atividades investigativas” e “atividades experimentais” são usados em pesquisas que colocam os alunos frente a frente com uma situação problemática para uma participação mais ativa no processo de aprendizagem. Farias e Vaz (2011) destacam outros benefícios trazidos pelas atividades investigativas, tais como: estimular discussões entre estudantes; promover a aprendizagem de conceitos e ideias da Ciência; estimular a colaboração e promover o engajamento emocional, comportamental e cognitivo durante o processo de resolução dos problemas. Nessa perspectiva, podemos salientar o trabalho de Giordan, Guimarães e Massi (2011) sobre a importância da elaboração e a análise de Sequências Didáticas Investigativas, que contribuam para a legitimação e ampliação desse campo de pesquisas.

As abordagens com enfoque no Ensino de Ciências por investigação ainda não estavam relacionadas com as Metodologias Ativas, mas uma ampla diversidade de publicações é encontrada na literatura e, com isso, nota-se um desenvolvimento crescente dessas metodologias (FERRAZ; SASSERON, 2013; MIRANDA *et al.*, 2013; SOUZA JUNIOR; COELHO, 2013). Os desafios enfrentados por professores da Educação Básica para elaboração e implementação de atividades com a denominação “investigativa” - que se adequem à realidade da escola, nível de ensino e ao contexto cultural existente - são discutidos nos trabalhos de Santos-Gouw, Franzolin e Fejes (2011), Silva, Marcondes e Akahoshi (2011).

Novas abordagens pedagógicas têm sido cada vez mais discutidas em artigos científicos e eventos de educação e ensino de ciências, como é o caso da Aprendizagem em Pares (Peer Instruction) e da Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom). Tais abordagens têm como principal característica o desenvolvimento da autonomia dos alunos com foco na aprendizagem ativa (BROMAN; PARCHMANN, 2014) e, junto com a ABP e as Atividades Experimentais Investigativas, compõem modalidades de metodologias e depois passam a ser consideradas como Metodologias Ativas.

Assim como as demais abordagens pedagógicas mencionadas acima, Sala de Aula Invertida também se caracteriza como uma abordagem ativa, que visa o desenvolvimento da autonomia dos estudantes. Resultados das pesquisas de Eichler e Peeples (2015), Seery (2015), Reid (2016), Gregoriusa (2017) e Srinivasan *et al.* (2018) consideram importante continuar o desenvolvimento de métodos e atividades de aprendizagem colaborativas focalizadas na sala de aula invertida no ensino de Química.

Quanto à metodologia Aprendizagem em Pares, merece destaque o trabalho de Boothe *et al.* (2017) com alunos de graduação do curso de Química e o trabalho de Moura Santos e José (2015), com aplicação no Ensino de Matemática e Ciências no Ensino Fundamental I. Ambos os autores enfatizam que essa abordagem ainda carece de mais estudos e necessita de maior investimento. A metodologia Aprendizagem por Equipes Liderada por Pares (*Peer-Led Team Learning*), utilizada nos estudos de Repice *et al.* (2016), aparece como abordagem para o desenvolvimento da autonomia dos alunos, destacando as contribuições na aprendizagem quando esta acontece em grupos ou em pares.

Com o aumento do interesse por abordagens pedagógicas mais dinâmicas, as Metodologias Ativas têm ganhado destaque na literatura acadêmica. Nesse sentido, vale mencionar alguns trabalhos relevantes, como os de Sobral e Campos (2012) e Silva e Kagimura (2017), que foram aplicados com estudantes de graduação dos cursos de Enfermagem e de ciências exatas e engenharia, respectivamente. Com aplicação no Ensino Médio, cita-se o trabalho de Machado e Fraiha-Martins (2017) com alunos de uma escola da rede pública de ensino de Abaetetuba/PA, para o desenvolvimento de uma sequência sobre Síntese Proteica por considerar o assunto complexo, abstrato e de difícil compreensão.

Partanen (2018) apresenta os benefícios da aplicação das Metodologias Ativas na aprendizagem de química quântica e espectroscopia do curso de bacharelado na Universidade de Helsinki, com recomendações para aplicação em outros cursos de graduação, assim como na Educação Básica. De acordo com Pastorio e Souza (2019) e com base nos Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), o desenvolvimento de trabalhos sobre Metodologias Ativas no Brasil corresponde a 37,5% no Ensino Médio e 33,3% no Ensino Superior, as outras porcentagens reúnem aplicações em Cursos de Formação de Professores, Pós-Graduação e Cursos Técnicos. Na Formação de Professores, menciona-se os trabalhos de Costa e Zancul (2019) e Morini *et al.* (2019), cujos autores destacam a necessidade de promover formação inicial e continuada de docentes por meio de práticas pedagógicas voltadas à autonomia na aprendizagem.

Em diversos estudos, como de Berbel (2011), Dumont, Carvalho e Neves (2016), Ruzza (2016), Mendonça (2018), Bernardes *et al.* (2019), Pereira (2019), Alves e Ribeiro (2020), aborda-se o emprego das Metodologias Ativas no Ensino de Química e a importância de utilizá-las para despertar o interesse dos estudantes. Diante disso, pode-se apresentar a Química de forma atrativa e deseja-se que encontrem sentido/motivação em fenômenos diários que os cercam, aprendendo os termos específicos e desenvolvendo níveis de abstração pertinentes à compreensão dos conteúdos.

Verzoto (2008) reforça que não contextualizar a Química pode ser um dos fatores responsáveis pelo alto nível de rejeição desta disciplina pelos estudantes, com consequentes dificuldades para o processo de ensino-aprendizagem. Broman e Parchmann (2014), Mataka e Kowalske (2015) acrescentam que o domínio afetivo é tão importante quanto desenvolver habilidades cognitivas, pois contribuem

significativamente para o desempenho no domínio cognitivo dos estudantes e desconsiderar isso é esquecer toda finalidade da educação.

Dentre outros estudos com Metodologias Ativas para superar as deficiências de aprendizagem de Ensino de Química, os trabalhos de Alves e Ribeiro (2020) ganham destaque sobre a aprendizagem do conceito de Soluções no Ensino Médio, no formato de uma sequência didática com enfoque na aprendizagem tecnológica ativa, por meio das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Bernardes *et al.* (2019) utilizam de forma integrada as metodologias ativas *Just-in-Time Teaching* (JiTT) e *Peer Instruction* (PI) para o aprendizado do conteúdo de Soluções, como também para o introduzir o hábito do estudo prévio às aulas e a cooperação entre os colegas.

Pereira (2019) traz contribuições do uso da metodologia ativa *POGIL - Process Oriented Guided Inquiry Learning* (Processo de Aprendizagem Orientado por Investigação Guiada) para a aprendizagem de aspectos qualitativos do conceito de Equilíbrio Químico com alunos do Ensino Médio. Equilíbrio Químico é um dos conteúdos que ainda persiste em práticas pedagógicas descontextualizadas, estimulando dificuldades na aprendizagem e nenhuma motivação em aprender. Esses entraves também têm evidências na elevada hierarquia conceitual desse assunto, isto é, relaciona-se com outros conceitos fundamentais do campo epistemológico da Química, razão pela qual muitos alunos apresentam bloqueios no processo de ensino e aprendizagem (GARRITZ, 2008; ARAÚJO, 2018; PEREIRA, 2019; RAVIOLO).

Bueno Filho e Lopes (2021) destacam que a compreensão das transformações químicas reversíveis não é uma tarefa trivial, tanto para quem está na condição de aprendiz quanto para quem está no papel de ensinar, uma vez que compreender o equilíbrio químico requer a mobilização de diferentes níveis de cognição. Sendo assim, as metodologias ativas são estratégias de ensino que os professores têm buscado para que as limitações dos estudantes sejam elucidadas (SANT'ANA; CASTRO, 2019).

A ênfase na palavra ativa está associada aos conhecimentos, as habilidades e as competências que o estudante pode aprender com cada atividade (BACICH; MORAN, 2018). O ensino de Ciências e, em particular, o ensino de Química, pode contar com a contribuição das metodologias ativas para auxiliar o processo cognitivo dos estudantes. Nesta pesquisa, destacam-se as metodologias Sala de Aula Invertida,

Experimentação (Demonstrativa) Investigativa e Aprendizagem entre Pares na elaboração das atividades propostas na SEA sobre Equilíbrio Químico.

A escolha pela metodologia da Sala de Aula Invertida se justifica pela possibilidade de disponibilizar o conteúdo disciplinar antes da aula presencial. O diferencial nesta metodologia é a inversão e promoção da participação ativa dos estudantes, pois estes passam a obter um contato inicial com o conteúdo. Os alunos assistem ao vídeo como “dever de casa” e, no segundo momento da atividade realizada em sala, possuem a oportunidade de retomar o que foi previamente estudado e as respostas para possíveis dúvidas que possam surgir. Assim, o tempo em sala de aula é aproveitado para atividades extras e, após a aula, são orientados a continuarem os estudos deste conteúdo e realizarem atividades/exercícios para verificar se estes conhecimentos foram adquiridos (SANT’ANA; CASTRO, 2019; BERGMANN; SAMS, 2020).

Vale destacar que, para ocorrer o resultado esperado ao se utilizar esta metodologia, é necessário um planejamento do professor tanto no desenvolvimento da atividade, no primeiro momento em ambiente virtual, quanto no segundo momento, nas atividades em sala de aula, não havendo restrição para os recursos que serão utilizados (SANT’ANA; CASTRO, 2019).

As atividades experimentais investigativas também são estratégias importantes no processo de ensino-aprendizagem, pois contribuem para a realização de trabalhos colaborativos e no desenvolvimento da argumentação dos estudantes, estimulando a participação ativa por meio da formulação e teste de hipóteses. Assim, favorecem uma visão mais adequada do que é fazer ciência, como também no desenvolvimento de competências e habilidades cognitivas (SOUTO *et al.*, 2015; BELMONT; MAXIMO-PEREIRA; LEMOS, 2016).

Esta metodologia foi impulsionada pelo Movimento Progressista, influenciada pelo filósofo e pedagogo americano John Dewey, contribuindo para que o estudante aprenda Ciências de forma que os conhecimentos construídos possam promover uma crescente autonomia na construção do seu conhecimento, além de possibilitar a observação dos fenômenos de seu cotidiano sobre diferentes perspectivas. (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011; MOREIRA; SOUZA, 2016).

Nas atividades experimentais, sejam estas demonstrativas-investigativas ou somente investigativas, o professor é mediador da aprendizagem, conduzindo a mesma de forma que possa fazer um levantamento das concepções prévias dos

alunos. A partir de questões que gerem conflitos cognitivos durante a aula, pode despertar a curiosidade do estudante em solucionar a problemática apresentada, levando-o a uma maior participação e interação por meio da investigação (LOREZONI; RECENA, 2017).

A metodologia Aprendizagem entre Pares (*Peer Instruction*) se baseia também nessa premissa para aumentar a atratividade das aulas e a motivação dos educandos. Essa metodologia tem como foco contribuir para que cada aluno seja construtor do seu aprendizado e, junto com os demais colegas, possa potencializar seu desenvolvimento e capacidade de autoanálise, enfatizando o aprendizado e fortalecendo a ideia de educação continuada (MAZUR, 2015). A escolha por trabalhar com esta metodologia na SEA está baseada na efetivação da aprendizagem ativa, considerando a importância do engajamento da participação dos estudantes nas aulas, para que os objetivos de aprendizagem sejam atingidos.

2.2 Teoria da Aprendizagem Significativa

Conforme mencionado anteriormente, as Metodologias Ativas estão relacionadas com a ideia de uma aprendizagem ativa. Nesse sentido, é importante destacar que a palavra aprendizagem é geralmente associada ao ambiente escolar e pode apresentar diferentes perspectivas teóricas, com isso, essa adjetivação “ativa” dialoga com uma determinada perspectiva teórica.

A concepção tradicional é baseada na apropriação e reprodução memorística da maior quantidade de conhecimentos. No entanto, a aprendizagem é um processo complexo e essa visão tradicional sofre uma deterioração progressiva que se deve ao desajuste entre o que a sociedade espera que os indivíduos aprendam e as metodologias de ensino colocadas em prática (FACIN; GARCIA, 2017; GASTARDELI, 2017; RABER, GRISA; SCHMITZBOOTH, 2017; MOTA; ROSA, 2018).

O processo de aprendizagem é próprio e particular para cada pessoa, a qual constrói e reconstrói o conhecimento ao longo da vida, conceito por conceito. Porém, a construção do conhecimento (aprendizagem) é desenvolvida pelo indivíduo (estudante) e não causada diretamente pelo ensino do professor em um processo de causa (o professor ensina) e efeito (o aluno aprende).

Ausubel, Novak e Hanesian (1986) destacam que o (in)sucesso da aprendizagem não indica necessariamente a competência do professor, pois o ensino

é somente uma condição que pode influenciar a aprendizagem. Mesmo se o ensino for eficaz, não implica necessariamente na aprendizagem se os alunos em questão estiverem desatentos, desmotivados ou despreparados.

Na perspectiva/visão construtivista de aprendizagem, é importante/relevante fazer um diagnóstico dos conhecimentos que os alunos já possuem e aplicando atividades que valorizem tais conhecimentos. Dado que os estudantes são primeiramente cidadãos, ou seja, estão inseridos em uma sociedade com características socioeconômicas, históricas e culturais, propicia-se a aprendizagem de conhecimentos que podem ser úteis e fundamentais no processo escolar.

De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1986), o diagnóstico dos conhecimentos prévios dos estudantes possibilita estabelecer uma relação não arbitrária e substantiva entre os conhecimentos já existentes e os novos. Em outras palavras, identifica-se quais conhecimentos os indivíduos estão preparados para aprender, considera-se o grau de dificuldade do novo conteúdo e dosa-se adequadamente os conhecimentos que serão compartilhados.

A aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio. Ao contrário, ela se torna mecânica ou repetitiva, uma vez que se produziu menos essa incorporação e atribuição de significado, e o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva (PELIZZARI *et al.*, 2002, p. 38).

A noção de aprendizagem, definida dessa maneira, é eixo central da Teoria de Ausubel, pesquisador norte-americano, que durante a década de 60 propôs o conceito de aprendizagem significativa. Tais ideais provêm da sua insatisfação com seu próprio processo de aprendizagem e com o modelo de aprendizagem mecânica (ou automática), permitindo que Ausubel desenvolvesse uma Teoria da Aprendizagem sobre o processo de formação/assimilação/aquisição de conceitos sob a perspectiva do aprendiz, considerando aquilo que o indivíduo já sabe e como isso o torna capaz de relacionar e acessar novos conteúdos (LEMOS; MOREIRA, 2011; MASINI, 2011; MOREIRA, 2016; RABER; GRISA; SCHMITZBOOTH, 2017).

A essência da concepção de aprendizagem significativa consiste na assimilação de novos conceitos a partir da relação não arbitrária e substantiva entre significados potencialmente novos e ideias prévias relevantes já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, dando origem a uma nova estrutura cognitiva altamente diferenciada. Uma relação não arbitrária e substantiva significa que as

ideias são relacionadas a algum aspecto relevante existente na estrutura cognitiva do aluno como, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1986).

O processo de aprendizagem significativa pode acontecer a partir de duas condições: por descoberta ou por recepção. Estas condições não devem ser confundidas com a distinção entre aprendizagem significativa e mecânica. Isso significa que aprendizagem por descoberta não é, necessariamente, significativa nem aprendizagem por recepção é, obrigatoriamente, mecânica. As aprendizagens por descoberta e a receptiva estão em diferentes contínuos que partem tanto da aprendizagem significativa quanto da aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2006).

Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e mecânica como sendo uma dicotomia, e sim como um continuum. Por exemplo, a simples memorização de fórmulas situar-se-ia em um dos extremos desse continuum (o da aprendizagem mecânica), enquanto que a aprendizagem de relações entre conceitos poderia estar no outro extremo (o da aprendizagem significativa) (MOREIRA, 2016, p. 9).

Nessa perspectiva, destaca-se que o processo de aprendizagem de relação entre os conceitos está orientado dentro da aprendizagem significativa - por recepção ou descoberta. A condição necessária para que a aprendizagem significativa seja atingida precisa de ideias prévias relevantes disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e que este manifeste uma disposição em aprender, pois nenhum material com potencial para proporcionar a aprendizagem significativa poderá, por si só, garantir a aprendizagem se a intenção do aluno for memorizar os conteúdos. Do mesmo modo, se o indivíduo manifestar disposição em aprender, mas o material não for potencialmente significativo, a aprendizagem será automática (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1986).

A aprendizagem por descoberta consiste no patamar mais elevado de aprendizagem significativa, pois o indivíduo adquire sozinho os conhecimentos relevantes que possam se relacionar de maneira não arbitrária e substantiva com os conhecimentos já existentes em sua estrutura cognitiva. Enquanto a aprendizagem por recepção é o mecanismo por excelência de aquisição de conceitos.

Pode-se distinguir a aprendizagem significativa receptiva em três tipos básicos: a *aprendizagem representacional* se refere ao significado das palavras e símbolos, aproxima-se da aprendizagem automática; a *aprendizagem proposional* e *aprendizagem de conceitos* são formas mais complexas de aprendizagem

significativa. De maneira simplificada, pode-se compreender a *aprendizagem proposional* quando uma ideia composta é incorporada na estrutura cognitiva formando uma nova estrutura significativa, enquanto a *aprendizagem de conceitos* consiste na aquisição de um novo conceito na estrutura cognitiva, gerando um novo significado genérico e unitário (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1986).

Os caminhos descritos que podem levar a aprendizagem são visões propostas por esta Teoria de Aprendizagem, que aqui será explanada cuidadosamente, buscando relacionar ou aproximar da proposta que se pretende executar. Considerando os termos que foram descritos nos parágrafos anteriores, entende-se que o processo de aprendizagem significativa ocorre principalmente quando as ideias prévias dos alunos são resgatadas e valorizadas na aprendizagem do novo conceito, no entanto, é essencial atentar-se ao condicionar a aprendizagem significativa ao material de aprendizagem, para que assim não seja desenvolvida uma compreensão errônea que o material é suficiente e com potencial para garantir a aprendizagem.

Ainda que todos os fatores estejam alinhados e que haja evidência de aprendizagem significativa, os significados são diferentes para cada indivíduo. O significado atribuído de forma consciente, ou não, pelo sujeito que aprende no processo de aprendizagem pode ser, ou não, correto do ponto de vista científico, mas essa nova informação passa a ter significado para ele.

O significado que é atribuído pelo sujeito quando se trata da aprendizagem significativa pode ser compreendido como um resultado do processo de aprendizagem, que é o seu, conferindo importância ao conhecimento ao atribuir utilidade para sua vida cotidiana (MOREIRA, 2016). A aprendizagem significativa nada tem a ver com ideias cientificamente corretas, todavia, implica em atribuição pessoal de significado para as ideias que são percebidas, processadas e representadas mentalmente (LEMOS, 2011; VALADARES, 2011)

Esse processo consiste na construção mental de significados, porque versa sobre a relação da nova informação percebida com os significados já existentes na estrutura cognitiva. Desse modo, quanto mais estável e organizada for a estrutura cognitiva do indivíduo, maior a sua possibilidade de perceber novas informações e realizar novas aprendizagens, modificando progressivamente os conhecimentos prévios e modo de agir com autonomia na sua realidade (MOREIRA, 1999; FACIN; GARCIA, 2017; FREITAS; ROCHA, 2018; KLEIN; PINO, 2017; RABER; GRISA; SCHMITZBOOTH, 2017).

O professor, enquanto sujeito responsável por compartilhar conhecimento com os alunos, precisa reconhecer ou saber identificar/relacionar quais conhecimentos básicos são necessários para dar suporte ao processo de aprendizagem escolar. Cada aluno possui uma bagagem de conhecimentos que é única, porém, no ambiente escolar, a aprendizagem é coletiva e, desse modo, a elaboração do material de aprendizagem visa atender aos alunos de modo geral para que a aprendizagem seja significativa para a maioria da classe.

A atribuição de significado na estrutura cognitiva do estudante depende de uma nova informação, um novo material ou uma nova ideia, que se relaciona de forma clara e diferenciada com aspectos relevantes na sua estrutura cognitiva. Esses aspectos relevantes são denominados de subsunçores ou ideias âncora, onde o sujeito adquire um papel ativo, reestruturando e organizando essas ideias já existentes nessa estrutura cognitiva (PELIZZARI *et al.*, 2002).

O subsunçor se refere a uma estrutura específica, na qual uma nova informação pode se integrar ao cérebro humano e obter maior ou menor estabilidade cognitiva, sendo mais ou menos diferenciada. Assim, para que ocorra a aprendizagem significativa, o material a ser aprendido, bem como as práticas educativas devem ser potencialmente significativas, ou seja, voltadas para o desenvolvimento de uma postura reflexiva e investigadora, conduzindo o estudante à autonomia de pensamento e ação. É válido considerar que os métodos ou técnicas precisam ser desenvolvidos por pesquisadores com vínculo direto ou experiência em instituições de ensino, para que possam solucionar os reais problemas de aprendizagem enfrentados em sala de aula.

Ausubel, Novak e Hanesian (1986) destacam que a aprendizagem significativa não é uma consequência direta do material potencialmente significativa. É essencial considerar as complexidades provenientes da situação de sala de aula, como: a quantidade de alunos; motivação; prontidão; aptidões e dificuldades de aprendizagem e comunicação entre professor-aluno.

Nesse âmbito, a função da escola tornou-se tarefa ainda mais complexa, pois esta deve proporcionar aos alunos atividades que resgatem o conhecimento prévio e promovam a reelaboração e ressignificação do conhecimento (FREITAS; ROCHA, 2018). É primordial que o professor esteja comprometido com o processo aprendizagem, intervindo de modo a orientar os alunos quanto às suas possíveis

dúvidas e o aluno, por sua vez, comprometido com sua própria aprendizagem (KLEIN; PINO, 2017; RABER; GRISA; SCHMITZBOOTH, 2017; FREITAS; ROCHA, 2018).

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), desenvolvidas por Marco Antônio Moreira, consistem em uma proposta didática fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa. Nesse sentido, são possibilidades viáveis para auxiliar a aprendizagem significativa por meio de atividades que permitam a explicitação de conhecimentos dos alunos para posterior análise e discussão, bem como estimular a pesquisa aplicada em ensino (LEMOS, 2011; FACIN; GARCIA, 2017; KLEIN; PINO, 2017; RABER; GRISA; SCHMITZBOOTH, 2017).

Para atingir uma aprendizagem de qualidade, inovadora e significativa, as escolas e professores necessitam quebrar os paradigmas de práticas pedagógicas tradicionais e criar aulas com práticas mais criativas (BORGES; DEBON; MARTINS, 2017; MOTA; ROSA, 2018). Dessa forma, proporciona-se aos alunos atividades mais desafiadoras, que instiguem a descoberta do novo e, ao mesmo tempo, resgatem o conhecimento prévio e promovam a reelaboração e ressignificação do conhecimento.

Bacich e Moran (2018) destacam que a aprendizagem é significativa quando os espaços de prática proporcionam aprender fazendo, ou seja, os ambientes são ricos em oportunidades. Por isso, é importante o estímulo multissensorial e a valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes para "ancorar" os novos conhecimentos. Existem diversas metodologias que podem ser trabalhadas a fim de se alcançar uma aprendizagem mais ativa e significativa, principalmente quando são planejadas de níveis cognitivos mais simples para mais complexos de conhecimento.

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo abordou-se os procedimentos metodológicos e os elementos que nortearam a estrutura do processo de estruturação desta pesquisa. Assim, primeiramente, apresentam-se as alegações de conhecimento, as estratégias de investigação, o contexto, os participantes e os cuidados éticos com a pesquisa. Posteriormente, descreve-se os procedimentos para coleta e análise de dados considerando as limitações dos métodos adotados.

3.1 Abordagem Metodológica

A abordagem metodológica adotada, para identificar evidências de aprendizagem significativa, a partir de uma SEA estruturada com Metodologias Ativas, consistiu na Pesquisa Qualitativa com delineamento em pesquisa participante, com um olhar para as vivências dos participantes, tal como foram sentidas e experimentadas. Nessa perspectiva, obteve-se como centralidade a descrição dos fenômenos em função dos significados que os participantes deram a eles (suas emoções, prioridades, experiências, significados e outros aspectos subjetivos), avaliou-se o desenvolvimento natural dos acontecimentos, minimizando-se intervenções na realidade social (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013; YIN, 2016).

No enfoque qualitativo, é importante que o pesquisador vivencie o local onde a pesquisa será desenvolvida, para registrar detalhes sobre cenário e os participantes, buscando a centralidade, participação e envolvimento dos sujeitos na coleta de dados e construção do conhecimento, intervindo e agindo ativamente (FAERMAN, 2014). Essa introspecção e reconhecimento de vieses, valores e interesses caracterizam esta pesquisa como qualitativa (CRESWELL, 2009), pois estudou os objetos e indivíduos em seus contextos e buscou encontrar sentido para os fenômenos em função dos significados que as pessoas dão a eles.

Neuman (1994) e Creswell (1997) sintetizam que as atividades principais do pesquisador qualitativo são: entender os participantes do estudo e se identificar com eles; não registrar apenas fatos objetivos, “frios”; observar os processos sem invadir, alterar ou impor um ponto de vista externo, mas da maneira como são percebidos pelos atores do sistema social.

A escolha desta abordagem justifica-se ainda pelo seu caráter emergente, ou seja, considera que ao longo processo a coleta de dados podem ocorrer ajustes necessários a fim de manter a integridade da pesquisa. Nesta proposta, a estratégia de investigação adotada foi a Pesquisa Participante tendo em vista uma interação planejada com o grupo social da situação investigada.

Gerhardt e Silveira (2009) destacam que, quando o pesquisador participa na ação, traz consigo uma série de conhecimentos que serão o substrato para a realização da sua análise reflexiva sobre a realidade e os elementos que a integram. Assim, a pesquisa participante buscou encontrar problemas reais para serem debatidos e estudados, bem como os interesses da comunidade na sua própria análise.

3.2 Contexto, Participantes e Cuidados Éticos com Pesquisa

Esta pesquisa foi desenvolvida com estudantes do Ensino Médio da rede estadual pública de ensino a partir de duas modalidades de realização das atividades de pesquisa: curso *on-line* (aulas remotas) e presencial. A realização se deu nas duas modalidades devido ao cenário de pandemia no momento de desenvolvimento desta pesquisa, pois as escolas ainda estavam retornando as aulas presenciais e se reorganizando para continuar com as aulas.

As escolas escolhidas já possuíam parceria com a universidade através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Assim, o acesso e a possibilidade de realização desta pesquisa foram mais viáveis nestas escolas. O convite foi feito a todos os alunos de todas as turmas do 3º ano do Ensino Médio nas escolas que participaram da modalidade *on-line*.

A escolha pelas turmas do 3º ano objetivou proporcionar aos estudantes uma revisão do conteúdo que foi visto no ano anterior (2020) e, assim, facilitar a participação durante todo o curso. Na modalidade presencial, o convite foi lançado apenas a duas turmas da 2ª série, que eram atendidas pelo professor de Química, o qual cedeu as turmas para o desenvolvimento da pesquisa.

Desse modo, participaram de maneira voluntária no curso *on-line* 54 (cinquenta e quatro) estudantes da 3ª série do Ensino Médio de cinco escolas estaduais (Quadro 4). Em relação à modalidade presencial, participaram 47 (quarenta e sete) estudantes da 2ª série do Ensino Médio da Escola Estadual Sant'Ana.

Quadro 4 - Escolas participantes e localização, e quantidade inicial de estudantes participantes na pesquisa.

Modalidade	Escola pública	Localização	Quant. de Alunos
Curso <i>on-line</i>	Escola Estadual Márcio Nery	São Francisco	17
	Escola Estadual Ângelo Ramazzotti	Adrianópolis	5
	Escola Estadual Vasco Vasques	Jorge Teixeira	8
	Escola Estadual Ernesto Penafort	São José Operário	3
	Escola Estadual Dr. José Milton Bandeira	Monte Sinai	21
Presencial	Escola Estadual Sant'Ana	Petrópolis	47

Fonte: Elaborado pela autora.

Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) seguindo todos os protocolos de pesquisa envolvendo Seres Humanos. O projeto obteve parecer de aprovação com Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) de numeração 32619020.6.0000.5020 (Anexo 1). Considerando que a aplicação das atividades ocorreu durante a crise sanitária causada pela Covid-19, no ano de 2021, os cuidados necessários quanto às medidas comportamentais para evitar aglomerações, uso constante de máscaras e higiene das mãos foram atendidos visando o bem comum da comunidade escolar.

Os estudantes e seus responsáveis assinaram um Termo de Assentimento (Apêndice 1) e um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 2) respectivamente, firmando o consentimento de participação, contribuindo assim para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. Foi mantido o sigilo e a privacidade dos estudantes e de seus dados durante todas as fases da pesquisa e na divulgação científica, respeitando a integridade e dignidade dos participantes, contribuindo para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Com a finalidade de otimizar a análise, os alunos foram identificados pela letra (A) seguido de uma numeração crescente até 136, que corresponde ao total de participantes e as escolas foram identificadas pela letra (E) com numeração crescente até 6. Essa codificação atende aos critérios de análise qualitativa previstos na Análise Textual Discursiva que foram aplicados nos procedimentos de análise de dados.

3.3 Procedimento de Coleta de Dados

A coleta de dados iniciou-se com a aplicação de um questionário, seguida do desenvolvimento de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) previamente elaborada. Todavia, faz-se necessário enfatizar que a SEA foi adaptada de acordo com o formato (*on-line* e presencial) em que foi desenvolvida, não implicando em prejuízo para a pesquisa.

3.3.1 Instrumento Inicial

O instrumento inicial foi elaborado com a finalidade de: obter algumas informações gerais sobre os estudantes e outras relativas as suas percepções sobre as estratégias de ensino e aprendizagem; verificar seus conhecimentos prévios relativos ao conteúdo Equilíbrio Químico. Sendo assim, o instrumento inicial (Apêndice 3) foi organizado três partes: (A) Informações Gerais; (B) Informações escolares; (C) Teste Conceitual (Quadro 5).

Quadro 5 - Organização do Instrumento Inicial aplicado antes da SEA.

Etapa	Descrição
A	Informações Gerais (Nome e Escola)
B	Informações escolares – (1) Percepções dos estudantes sobre as Estratégias de Ensino e Aprendizagem e (2) Recursos Digitais.
C	Teste Conceitual – Conhecimentos Prévios Relativos a Equilíbrio Químico.

Fonte: Elaborado pela autora.

As etapas A e B estão coerentes com as características de um questionário, pois possibilitaram a coleta de informações quanto à identificação dos estudantes (nome e escola) e um panorama das percepções e experiências acerca das Estratégias de Ensino e Aprendizagem e Recursos Digitais. De acordo com Günther (2003), a aplicação de um questionário consiste em uma estratégia de investigação que visa coletar o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas e situações vivenciadas pelos indivíduos respeitando todas as questões éticas.

A etapa A abrange a coleta de informações gerais quanto ao nome dos estudantes e à escola que estavam matriculados, para identificação e acompanhamento da participação nas demais atividades da SEA. Na etapa B, no item (1), identificou-se o grau de importância que os alunos atribuem para sua participação

nas atividades em sala de aula, desse modo, foi possível fazer as adaptações e intervenções através da SEA com intuito de aprimorar a participação dos alunos. O item (2) é um complemento para análise do item (1), pois buscou-se fazer um levantamento sobre a utilização de Recursos Digitais em sala de aula ou para desenvolver alguma atividade escolar. Com isso, foi possível ajustar a SEA de modo a aprimorar e/ou desenvolver habilidades com contextos de aprendizagem envolvendo Recursos Digitais (Quadro 5).

A etapa C foi estruturada com 14 itens que abordaram conhecimentos básicos de Química, como: fenômenos físicos e químicos; caracterização, representação e fatores que contribuem para ocorrência das reações químicas. Por se tratar de conteúdo específico, relativo ao componente curricular Química, esta etapa se caracterizou como Teste Conceitual, cujo objetivo foi levantar os conhecimentos prévios dos estudantes. Ressalta-se que os itens (perguntas) foram adaptados a partir dos trabalhos de Verzoto (2008) e Santos (2016).

Os itens do Teste Conceitual (etapa C) foram organizados com base nas Matrizes de Referência do SADEAM e do ENEM. Cada item se caracterizou por avaliar uma habilidade, estabelecendo assim mediações entre conceitos cotidianos e científicos diversificados. Esse diálogo dos conteúdos curriculares com as competências e habilidades previstas nos documentos oficiais permitiu a construção de uma visão da ciência Química mais articulada e menos fragmentada, contribuindo para que os indivíduos participantes da pesquisa se vissem como integrantes de um mundo em constante transformação (Quadro 6).

Quadro 6 - Relação dos itens com as competências e habilidades previstas nas Matrizes de Referência do SADEAM e do ENEM.

Itens	Competências e Habilidades
1	Matriz de Referência SADEAM – D06 (Q): Diferenciar transformações químicas de transformações físicas da matéria.
2	Matriz de Referência ENEM – H24: Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.
3, 4 e 5	Matriz de Referência SADEAM – D07 (Q): Identificar códigos, símbolos, equações e expressões próprias da linguagem química.
6	Matriz de Referência SADEAM – D59 (Q): Avaliar o efeito da temperatura na velocidade das reações, relacionando as técnicas de conservação de alimentos com a função e importância dos aditivos alimentares.
7, 8, 9 e 10	Matriz de Referência SADEAM – D19 (Q): Identificar os fatores que afetam a velocidade das transformações químicas (estado de agregação, concentração, temperatura, pressão e o uso de catalisadores).
11	ENEM – H9: Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos.

12 e 13	SADEAM – D54 (Q): Reconhecer o equilíbrio das reações químicas relacionadas com o metabolismo humano como, por exemplo: acidez estomacal e pressão sanguínea.
14	Matriz de Referência SADEAM – D27 (Q): Analisar a solubilidade a partir da polaridade e das interações químicas. Matriz de Referência SADEAM – D59 (Q): Avaliar o efeito da temperatura na velocidade das reações, relacionando as técnicas de conservação de alimentos com a função e importância dos aditivos alimentares.

Fonte: Elaborado pela autora.

Na modalidade de Curso *on-line*, os estudantes responderam o Instrumento Inicial de maneira *on-line* via *Google Forms* através do link de acesso [<https://forms.gle/BD5nJKT1AEkVfxR36>]. Na modalidade presencial, o Instrumento Inicial foi impresso e os alunos responderam manualmente os itens. **Um total de 101 estudantes responderam aos itens das Etapas A e B e um total de 99 estudantes responderam aos itens da Etapa C do Instrumento Inicial.**

3.3.2 Sequência de Ensino e Aprendizagem

Nessa etapa da coleta de dados, foi elaborado um conjunto de atividades (ou intervenções) para estruturar a Sequência de Ensino e Aprendizagem com base em Metodologias Ativas (Quadro 7). Assim, proporcionou-se o desenvolvimento de competências e habilidades, cognitivas e socioemocionais previstas na BNCC (SILVA; DANTAS; WARTHA, 2012; MENEZES *et al.*, 2013).

Quadro 7 - Resumo das atividades da SEA nas modalidades presenciais e on-line.

Etapas	Encontros		Metodologias Ativas	Coleta de dados
	P	OL		
A	5	3	Sala de Aula Invertida; Atividade experimental demonstrativa-investigativa.	Folhas de atividades e Mapas Conceituais.
B	4	2	Aprendizagem em Pares e Atividade experimental demonstrativa-investigativa.	

Legenda: P – Presencial; OL – *On-line*.

Fonte: Elaborado pela autora.

Para dar sentido e significado ao conteúdo Equilíbrio Químico, optou-se por uma SEA temática intitulada “Água: um líquido precioso”. Tal sequência foi estruturada em duas etapas: (A) Planeta Terra ou Planeta Água?; (B) O que você entende por alterações no estado de equilíbrio?.

Na modalidade *on-line*, as aulas foram gravadas pelo *Google Meet*, um serviço de comunicação por vídeo desenvolvido pelo *Google*, utilizando a conta institucional

(rarsqmc@ufam.edu.br) de estudante de pós-graduação da UFAM. A SEA completa é apresentada no Apêndice 4. Cada aula foi disponibilizada via link de compartilhamento com os alunos da modalidade *on-line*.

Embora a aplicação tenha ocorrido em duas modalidades, todos os itens que compõem o Instrumento Inicial, assim como as questões que compunham as Folhas de Atividades, foram mantidos na íntegra nos formulários, com pequenas adaptações em função das limitações de edição da plataforma (*Google Forms*). Os slides (em PDF) utilizados nas aulas e os links do Instrumento Inicial e das Folhas de Atividades estão organizados no Quadro 8 abaixo.

Quadro 8 - Links da pasta com os slides (em PDF) utilizadas nas aulas da SEA (on-line e presencial), do Instrumento Inicial e das Folhas de Atividades adaptadas no Google Formulário (*on-line*).

Slides das aulas da SEA	https://drive.google.com/drive/folders/1ekaSmJ1qLh-bC3MqEOuCSAoXYRs5pINk?usp=sharing
Instrumento Inicial	https://forms.gle/BD5nJKT1AEkVfxR36
Folha de Atividades 1	https://forms.gle/cudumn7Df8gJF44f6
Folha de Atividades 2	https://forms.gle/x3dFPqbHoriq3Grz5
Folha de Atividades 3	https://forms.gle/MJmxbGKd7vPThGZDA
Folha de Atividades 4	https://forms.gle/FT2fAmQQxaT7u8t4A

Fonte: Elaborado pela autora.

O primeiro contato com as escolas participantes da modalidade *on-line* foi presencial. Primeiramente, agendou-se uma reunião com o diretor da escola para explicar a proposta da pesquisa, deixar a documentação e solicitar um contato com os estudantes, mediante a visitação nas salas de aula para explicar as atividades da SEA e alinhar o meio de comunicação para resolução das atividades.

Destaca-se que muitos alunos interessados em participar relataram dificuldade em acessar o *e-mail* e, assim, a plataforma *Google Classroom*, pois não dispunham de recursos tecnológicos (computador de mesa ou notebook), plataforma inicialmente escolhida para compartilhar as videoaulas e as Folhas de Atividades. A professora e os estudantes de uma das escolas participantes sugeriram que as atividades e orientações fossem compartilhadas via *WhatsApp*, justificando que o aplicativo era mais acessível, pois os alunos ou os pais dispunham de aparelhos *smartphones*.

Diante dessas condições, para facilitar a participação e auxiliar na resolução das atividades, foi criada uma conta no *WhatsApp Business* exclusivamente para o compartilhamento das atividades propostas na SEA. Os estudantes foram inseridos em um grupo, configurado para somente o administrador (a pesquisadora) enviar as mensagens e, com isso, evitar dispersões ou quaisquer conversas que não fossem

relacionadas à pesquisa. Em horários alternados, manhã e tarde, a configuração do grupo era alterada permitindo que os alunos enviassem mensagem de texto para tirar dúvidas ou relatar alguma dificuldade de acesso.

A aplicação presencial aconteceu entre os meses de setembro e dezembro, com estudantes de duas turmas do turno matutino da 2ª série do Ensino Médio da Escola Estadual Sant'Ana, logo após as atividades da rede pública serem autorizadas a funcionar 100% presenciais. Todos os encontros foram presenciais, realizados no tempo regular de 45 minutos das aulas e acompanhados pelo professor de Química da escola.

Quanto aos mapas conceituais, os estudantes foram orientados a elaborar em grupo (3 a 4 componentes) um mapa ao final de cada etapa da SEA. O primeiro mapa foi elaborado e entregue ao final da etapa A sobre o **conceito de reversibilidade**. Uma breve análise foi realizada para verificar se os alunos estavam conseguindo organizar os conceitos e estabelecer relações entre si, então, os mapas foram devolvidos aos grupos para que os fossem incluídos **os fatores que afetam o estado de equilíbrio**, trabalhados na Etapa B. Os participantes da modalidade *on-line* encaminharam um registro fotográfico legível por *e-mail* ou via *WhatsApp* no grupo da pesquisa. Já a entrega dos Mapas Conceituais com os participantes na modalidade presencial aconteceu ao final de cada etapa.

3.4 Procedimentos de Análise de Dados

A análise dos dados constitui-se de uma etapa muito importante dentro da pesquisa, pois, além de apresentar os dados mais reais e fidedignos possíveis, deve-se fazer uma interpretação científica coerente com base em teorias já existentes e as interpretações dos dados não podem conter julgamento de valor do pesquisador. Estas devem ser elaboradas com intuito de atingir os objetivos que foram propostos, contribuindo com novas e importantes interpretações ao campo de pesquisa (CRESWELL, 2009; SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013).

As etapas B e C do instrumento inicial foram analisadas através de Estatística Descritiva apresentando os resultados em percentuais por meio de gráficos e quadros, analisando o número de acertos em cada item e os conhecimentos prévios que os estudantes possuem para uma melhor compreensão do conteúdo Equilíbrio Químico.

A SEA foi analisada com base na Análise Textual Discursiva (ATD), que consiste em uma metodologia de análise de natureza qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos investigados (SANTOS; GALIAZZI; SOUSA, 2017).

De acordo com Moraes e Galiazzi (2016), a ATD pode ser configurada como um processo auto-organizado de produção de novas compreensões em relação aos fenômenos sobre o(s) tema(s) investigado(s). As análises acontecem com base em quatro etapas: (1) A desmontagem de textos; (2) O estabelecimento de relações; (3) A captação do novo emergente; (4) Um processo auto-organizado do qual emergem as novas compreensões do fenômeno em análise.

Pode-se considerar que a primeira etapa da ATD consiste em selecionar um conjunto de documentos denominado *corpus*, que é constituído de produções textuais, imagens e outras expressões linguísticas. O *corpus* de análise foram as Folhas de Atividades produzidas especialmente para esta pesquisa e os mapas conceituais que foram os *corpus de análise* produzidos ao final de cada etapa da SEA.

A segunda etapa da ATD consistiu na desconstrução e unitarização dos textos, isto é, estabelecer as unidades de análise, também denominadas unidades de significado ou sentido. Nesta etapa, foram atribuídos os números e as letras para codificação de cada categoria de análise, constituindo-se portanto de categorias emergentes. Cada categoria devidamente codificada recebeu um título com a ideia central da unidade agrupando, assim, um conjunto de elementos (fragmentos dos *corpus*) que fosse semelhante ou possuísse significados próximos.

A terceira etapa de análise na ATD referiu-se à elaboração dos textos com as interpretações feitas nas categorias definidas na etapa anterior. Tais interpretações e compreensões dos fenômenos investigados - evidências de aprendizagens sobre o Equilíbrio Químico - foram realizadas a partir da TAS e alinhadas com os objetivos propostos nesta pesquisa. Moraes e Galiazzi (2016) explicam que a produção de um metatexto é um movimento construtivo e reiterativo, ou seja, é sempre inacabado e pode obter mais sentidos a compreender.

A quarta e última etapa da ATD consiste em validar as produções escritas, para isso, os metatextos elaborados na etapa 3 foram reconstruídos com intuito de apresentar uma compreensão com maior nível de clareza sobre o fenômeno investigado. Moraes e Galiazzi (2016) explicam que todo esse processo é comparado a uma tempestade de luz, pois criam-se as condições de formação dessa tempestade

(a desconstrução dos textos do *corpus*) e, por meio de um esforço de comunicação intenso (estabelecimento de relações entre os elementos unitários), possibilitam expressar as compreensões alcançadas ao longo da análise (captar o emergente em que a nova compreensão é comunidade e validade).

Ao final de cada etapa da SEA, os alunos construíram Mapas Conceituais sobre os conceitos: (1) Reversibilidade (Etapa A); (2) Fatores que afetam o Estado de Equilíbrio: *Princípio de Le Chatelier*. Os Mapas Conceituais são diagrama de significados, relações significativas entre conceitos ou hierarquias conceituais. Esses diagramas foram idealizados na década de 1970 pelo pesquisador norte-americano Joseph Novak com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Os critérios utilizados na avaliação dos Mapas Conceituais foram baseados no trabalho de Trindade (2011). Tais diretrizes contemplam aspectos qualitativos e quantitativos que buscam, por meio de dez categorias, identificar relações cognitivas significativas através da estrutura dos mapas. As categorias de análise são pontuadas com 0 para o erro, 0,5 para o acerto parcial e com 1 para o acerto. O Quadro 9 apresenta as 10 categorias de avaliação.

Quadro 9 - Categorias de análise dos Mapas Conceituais.

Categorias	Descrição dos critérios sob a forma de questões
1. Conceitos básicos	O mapa tem pelo menos 50% de conceitos básicos listados?
2. Conceitos novos (criatividade)	Há algum conceito novo relevante para o assunto em questão?
3. Ligação entre conceitos	Todos os conceitos estão ligados por linhas bem feitas?
4. Palavras de ligação (conectivos)	A maioria das palavras de ligação forma um sentido lógico com o conceito ao qual se ligam?
5. Exemplos	O mapa apresenta exemplos apropriados para o assunto em questão?
6. Clareza no mapa: aspectos estéticos, capricho, símbolos, formas geométricas.	O mapa é legível e de fácil leitura? Existe clareza de leitura ao leitor? O mapa está legível, sem riscos ou borrões? A caligrafia é legível? Todos os conceitos aparecem em caixas (retângulos) ?
7. Proposições (conceito-palavra de ligação-conceito)	O mapa tem pelo menos 50 % de quantidade de proposições (conceito - palavra de ligação –conceito) ? As proposições tem significado lógico do ponto de vista semântico e científico?
8. Hierarquização	Há uma ordenação sucessiva dos conceitos? Demonstrou-se boa hierarquização dos conceitos, representada por pelo menos 03 níveis hierárquicos? O mapa é dendrítico (em forma de árvore) em vez de linear (alinhado)?
9. Diferenciação progressiva	É possível identificar, com clareza, os conceitos mais gerais e os mais específicos?

	Há uma diferenciação conceitual progressiva que mostra o grau de subordinação entre os conceitos? O conceito superordenado é o mais abrangente?
10. Reconciliação integrativa (criatividade)	Há uma recombinação dos conceitos? Há relações cruzadas ou transversais entre conceitos pertencentes a diferentes partes do mapa?

Fonte: elaborado por Trindade (2011).

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, são apresentados os resultados referentes ao Instrumento Inicial, considerando as percepções dos estudantes sobre as Estratégias de Ensino e Aprendizagem, nível de domínio dos Recursos e Plataformas Digitais e conhecimentos prévios relativos ao Equilíbrio Químico. Apresenta-se também os resultados referentes à Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) tendo em vista a análise das aprendizagens a partir do desenvolvimento de competências e habilidades que envolvem o conteúdo Equilíbrio Químico.

4.1 Caracterização e percepções dos estudantes participantes da pesquisa

Os estudantes participantes da pesquisa constituem dois grupos em função do cenário de pandemia: um grupo no formato *on-line* com estudantes da 3ª série; outro no formato presencial com estudantes da 2ª série (Quadro 10). Todos os participantes são estudantes da rede pública de ensino das escolas já mencionadas no Quadro 4. É importante lembrar que um total de **101 estudantes responderam aos itens das Etapas A e B** e um total de **99 estudantes responderam aos itens da Etapa C** do Instrumento Inicial. Embora o desenvolvimento da pesquisa ocorrera em formatos diferentes, a análise foi realizada sem caráter comparativo entre as modalidades.

Quadro 10 - Formato de participação, série e quantidade inicial de estudantes participantes na pesquisa.

Formato	Série	Quantidade de Alunos
OL	3ª	54
P	2ª	47

Legenda: P – Presencial; OL – *On-line*.

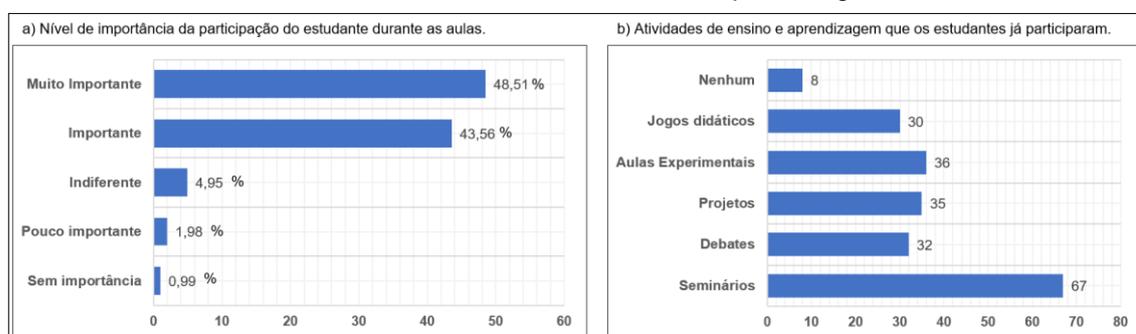
Fonte: Elaborado pela autora.

Vale esclarecer que a realização da pesquisa no formato *on-line* ocorreu com estudantes da 3ª série do Ensino Médio, de cinco escolas da rede pública de ensino, devido ao cenário de pandemia, pois, no período da coleta de dados, entre os meses de julho e setembro de 2021, as aulas da rede pública de ensino estavam organizadas por grupos, incumbindo-se as segundas e quartas a um grupo e as terças e quintas a outro. Por conta desse contexto, as atividades foram adaptadas ao formato *on-line*.

Inicialmente, buscou-se conhecer os estudantes quanto ao **nível de importância da participação** (com exposição de ideias, opiniões, questionamentos)

nas aulas para aprender um conteúdo (Figura 2a). Foi possível perceber que **48,51% dos envolvidos consideram “muito importante”** e **43,56% consideram “importante”** o engajamento de seus pares durante as aulas, contribuindo com ideias, opiniões ou fazendo questionamentos. O posicionamento dos estudantes vai ao encontro dos estudos de Bacich e Moran (2018), pois reconhecem que a participação ativa no processo de aprendizagem contribui para uma boa interação e apreensão satisfatória dos conteúdos escolares, ou seja, o próprio desejo do aluno de se engajar nas atividades propostas.

Figura 2 - (a) Percepções dos estudantes quanto a participação nas aulas; (b) Participação dos estudantes em atividades de ensino e aprendizagem.

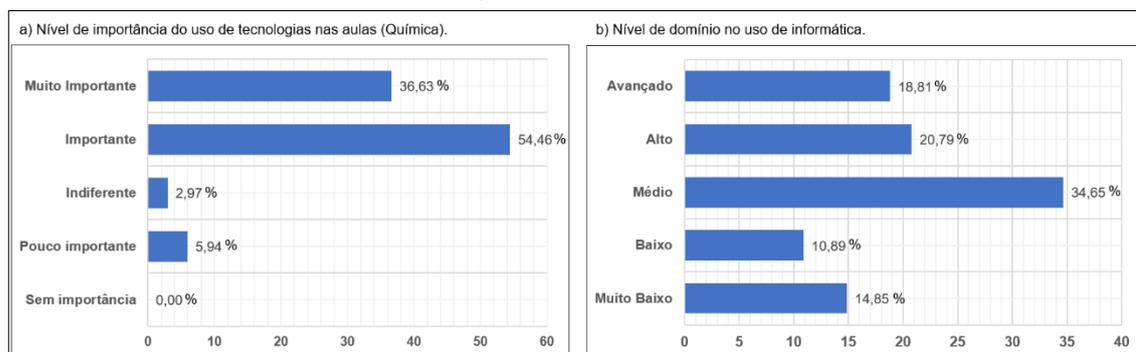


Fonte: Elaborado pela autora.

Também foi solicitado aos estudantes selecionar **as atividades de ensino e aprendizagem que participaram** ao longo da sua experiência escolar (Figura 2b). Verificou-se que 67, de um total de 101 estudantes, já participaram de seminários. As outras atividades apresentam uma quantidade bem próxima de participantes, variando entre 30 e 36 estudantes. Os seminários são atividades que dão ao aluno autonomia em relação às fontes de pesquisa, às anotações de relevância, à comunicação, permitindo a apresentação deste em público, além de desenvolverem a oralidade e habilidade de argumentação. Paiva *et al.* (2016) explicam que os seminários se enquadram nas características das metodologias ativas de ensino e aprendizagem, uma vez que envolvem diferentes situações de aprendizagem.

Quanto ao **nível de importância no uso de tecnologias nas aulas (de Química) e o domínio no uso de recursos digitais**, destaca-se que 54,56% dos estudantes consideram “importante” o uso de tecnologias nas aulas (de Química). Ao mesmo tempo, 34,65% dos alunos apresentam um moderado domínio no uso de recursos digitais.

Figura 3 - (a) Nível de importância quanto ao uso de tecnologias nas aulas (Química); (b) Nível de domínio dos estudantes quando ao uso de recursos de informática.

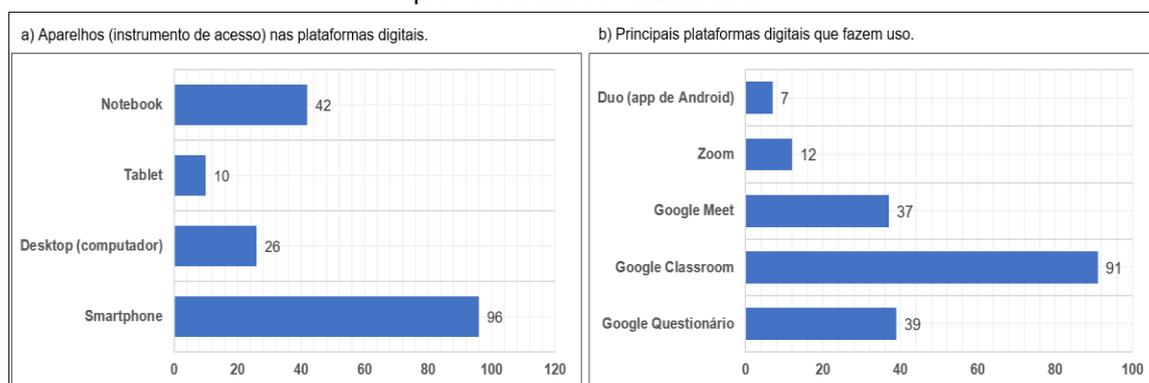


Fonte: Elaborado pela autora.

Silva e Amaral (2017) e Carobin e Serrano (2007) apontam que o uso das tecnologias, principalmente as simulações computacionais, é promissor no ensino de Química, pois auxiliam na compreensão de fenômenos que envolvem o nível microscópico. Logo, ampliam a visão e facilitam a compreensão do comportamento das partículas, átomos, íons e/ou moléculas, principalmente os conceitos envolvendo o Equilíbrio Químico.

Na Figura 4a, verifica-se que 96, dos 101 estudantes, usam ou já usaram um smartphone, uma quantidade expressiva e esperada, posto que, dentre as opções expostas, é um dos aparelhos de mais fácil acesso e manuseio. Quanto às plataformas digitais que os estudantes fazem uso, verifica-se que 91, dos 101 participantes, usam ou já utilizaram a plataforma *Google Classroom*; em seguida, 39 e 37 estudantes, respectivamente, afirmam fazer uso das plataformas *Google Forms* e *Google Meet*. Nestes itens expostos na Figura 4, permitiu-se que marcassem mais de uma opção.

Figura 4 - (a) Aparelhos digitais que os estudantes fazem uso ou tem acesso (b) Plataformas digitais que os estudantes fazem uso.



Fonte: Elaborado pela autora.

Paiva *et al.* (2016), Facin e Garcia (2017) e Gastardelli (2017) reforçam que estamos inseridos em um mundo repleto de tecnologias. Por isso, é importante trabalhar com estratégias diversificadas e que proporcionem diferentes estímulos, para que os conteúdos sejam bem explorados e as aulas sejam dinâmicas, utilizando os recursos tecnológicos disponíveis de modo a criar espaços para explorar a criatividade e a autonomia de forma efetiva.

4.2 Ideias iniciais sobre Equilíbrio Químico

O Teste Conceitual foi organizado em 14 itens, os quais se referem aos objetos de conhecimento que são mobilizados ou solicitados para a aprendizagem de conceitos sobre Equilíbrio Químico (Quadro 11). A análise dos conhecimentos prévios possibilitou verificar o nível de domínio conceitual dos estudantes e, assim, fazer um diagnóstico dos conhecimentos já existentes, dosando os novos conhecimentos ou habilidades compartilhados na SEA, pertencentes ao nível cognitivo superior (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1986).

Quadro 11 - Relação dos itens com os objetos de conhecimentos para análise dos conhecimentos prévios dos estudantes.

Objeto de Conhecimento	Itens
1. Evidências de ocorrência de uma reação química	1, 6, 7, 8, 9, 10
2. Representação de uma reação química	2, 3, 4, 5
3. Compreensões acerca do estado de equilíbrio	11, 12, 13 e 14

Fonte: Elaborado pela autora.

O objeto de conhecimento, quanto às **evidências de ocorrência de uma reação química**, foram: i) diferenciar o fenômeno físico e químico; ii) identificar os fatores (cinéticos) que afetam a velocidade das reações químicas. No que se refere à **representação de uma reação química**, o objeto de conhecimento mobilizado foi a identificação de códigos, símbolos, equações e expressões próprias da linguagem química. Quanto às **compreensões acerca do estado de equilíbrio**, buscou-se mobilizar os seguintes conhecimentos: i) reconhecer a reversibilidade das reações químicas; ii) identificar o estado de equilíbrio relacionado com o metabolismo humano ou em ciclos biogeoquímicos.

De acordo com Ferraz e Belhot (2010), os itens foram organizados relacionando a dimensão do conhecimento com a dimensão do processo cognitivo, baseadas na taxonomia de Bloom revisada (Quadro 12).

Quadro 12 - Relação dos itens (com a dimensão conhecimento e a dimensão processo cognitivo) de acordo com a taxonomia de Bloom revisada.

Dimensão do conhecimento	Dimensão do processo cognitivo					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual (efetivo)	2, 3	-	-	-	-	-
Conceitual	7, 8 e 9	1, 11 e 12	-	6, 10, 13 e 14	-	-
Procedural	4 e 5	-	-	-	-	-

Fonte: elaborado pela autora.

No item 2, por exemplo, pediu-se para o estudante identificar “*a forma simbólica de representar uma reação química, descrevendo as composições dos reagentes e produtos e a relação de igualdade entre as quantidades dos átomos de seus elementos químicos*”. Neste item, o estudante precisava **lembrar** que as equações químicas são a forma de representar as reações, portanto, trata-se de um conhecimento básico que o participante precisava dominar.

No item 5, solicitou-se que fizesse o “*balanceamento da equação que representa a reação do ácido sulfúrico com o hidróxido de alumínio, denominada de reação de neutralização*”. O estudante precisou **lembrar** um conhecimento procedural, ou seja, uma habilidade específica dentro da Química que é o balanceamento químico.

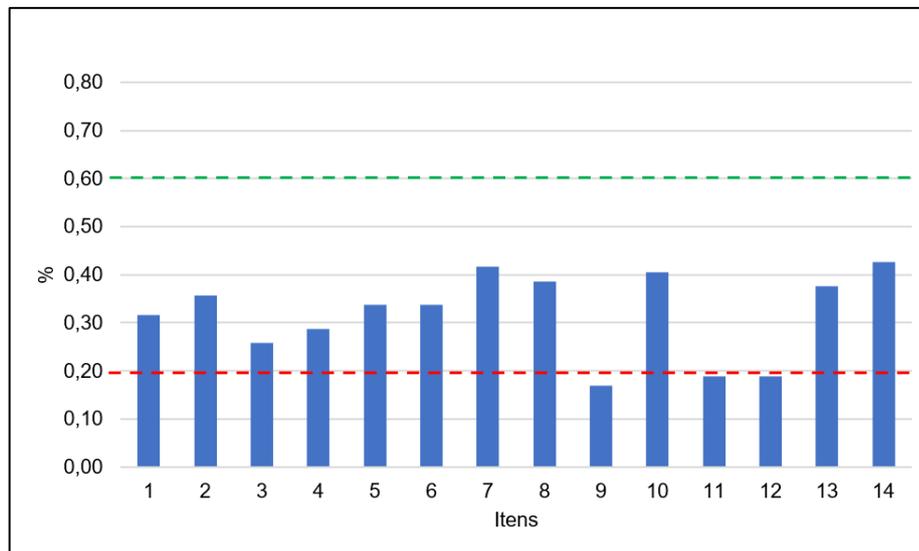
No item 6, precisou **analisar** “*em qual condição os sais de fruta (medicamentos antiácidos estomacais) reagem mais rapidamente*”. Portanto, era necessário analisar as alternativas expostas no item e relacionar com conhecimentos básicos sobre os fatores que influem na velocidade das reações, como superfície de contato e temperatura.

No item 11, pediu-se para o estudante interpretar, dentre as assertivas, quais “*os processos reversíveis e irreversíveis na natureza*”. Quatro situações foram apresentadas: o ciclo da água; a poluição dos rios; as formações rochosas nas cavernas; a combustão da gasolina nos automóveis. Diante disso, o participante precisava **entender** o conceito de reversibilidade em processos físicos e químicos.

A Figura 5 apresenta um panorama geral do percentual de acertos dos itens do Instrumento Inicial (Etapa C), que obteve um total de 99 estudantes respondentes. Os itens que apresentaram maior índice de acertos foram: **o item 7 com 42,4%; o item 10 com 41,4%; o item 14 com 43,2%**. Notou-se que estes itens obtiveram uma aproximação com o contexto cotidiano, assim, a aprendizagem desses conteúdos, porventura, atribuiu sentido e significado na estrutura cognitiva desses estudantes.

Embora esses valores sejam importantes, ainda estão bem distantes do índice mínimo de acerto, que seria de 60% (linha tracejada verde).

Figura 5 - Percentual de acertos dos itens do Teste Conceitual aplicado aos estudantes participantes da pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora.

Um outro ponto a se destacar e refletir concerne ao baixo nível de acerto nos itens 9, 11 e 12, os quais ficaram abaixo de 20% (linha tracejada vermelha), que corresponde a Zona de *Guessing do Item* (probabilidade de o estudante acertar o item ao acaso ou “chute”). Nesse sentido, pode ser que os participantes não estudaram os conteúdos previstos nos item até o momento em que o instrumento foi aplicado.

O menor percentual de acertos foi no **item 9, com 17,2%** (Quadro 13). Neste item, o estudante precisava lembrar um conhecimento conceitual embora o enunciado comentasse que os catalisadores são geralmente aplicados na indústria farmacêutica e alimentícia, o comando da questão solicitava que indicasse a definição dos catalisadores. Portanto, os participantes precisavam reconhecer e reproduzir um conceito.

Ainda no item 9, observou-se que 40,4% dos estudantes marcaram a alternativa (a) considerando que os catalisadores são substâncias ou materiais que “aumentam a energia de ativação para determinada reação ocorrer”. Considerou-se que estes sujeitos, provavelmente, não estudaram os aspectos cinéticos das reações químicas ou apresentavam dificuldades de aprendizagem, pois consideraram que o catalisador alterava a velocidade da reação pelo aumento da energia de ativação quando, na verdade, a reação é mais rápida ao passo que esta energia for menor.

Quadro 13 - Percentual da resposta correta e distratores do item 9.

Enunciado:	
Catalisadores são amplamente usados na indústria farmacêutica, alimentícia etc. Os catalisadores podem ser definidos como substâncias ou materiais que:	
Resposta correta:	
d) Alteram a rapidez das reações químicas sem serem consumidas durante o processo.	17,2%
Distratores:	
a) Aumentam a energia de ativação para determinada reação ocorrer.	40,4%
b) Diminuem a velocidade das reações químicas para que ocorram lentamente.	18,2%
c) Fazem com que reações que ocorram em várias etapas aconteçam em apenas uma.	13,1%
e) Participam da formação de determinado produto, sendo totalmente consumidos durante o processo.	11,1%

Fonte: Elaborado pela autora.

As pesquisas de Bueno Filho e Lopes (2021), Carobin e Serrano (2007) e Silva e Amaral (2017) destacaram que os aspectos cinéticos estão entre os conhecimentos prévios que os estudantes apresentam maior dificuldade e isso se reflete no entendimento do estado de equilíbrio nas reações químicas.

O **item 11** apresentou apenas **19,2%** de acertos (Quadro 14) e buscou mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes quanto aos aspectos de reversibilidade. Analisando o enunciado deste item, verificou-se que, embora as situações apresentadas estejam dentro do contexto cotidiano, os participantes apresentaram dificuldades em interpretar se os processos são reversíveis ou irreversível.

Diante disso, a situação mais distante da realidade dos estudantes é a formação das estalactites e estalagmites nas cavernas, contudo, as demais são mais comuns. No item 11, o conceito de reversibilidade foi explorado em processos físicos e químicos e parte desta questão é retomada na Folha de Atividades 1 na SEA.

Raviolo e Aznar (2005) explicam que o conceito das reações químicas em muitos casos é apresentado erroneamente, pois considera a ocorrência da reação química em sentido único, deixando-se de explorar reações químicas reversíveis. Diante disso, os estudantes apresentam bloqueios em compreender a reversibilidade quando chegam no conteúdo Equilíbrio Químico.

Quadro 14 - Percentual da resposta correta e distratores do item 11.

Enunciado:	
Na natureza existem processos reversíveis – que podem retornar ao estado inicial – e irreversíveis – que não podem retornar ao estado inicial. A este respeito, considere C para as alternativas corretas e E para as erradas.	
1) O ciclo da água, no qual ocorrem as mudanças entre estado de agregação e as fases sólido, líquido e gasoso é considerado processo irreversível.	
2) A poluição dos rios e lagos no nosso planeta é um processo irreversível devido à quantidade de poluentes despejados, portanto, imprópria para o consumo humano.	
3) Em uma caverna, a dissolução e formação de carbonato de cálcio (CaCO_3), responsáveis pelas estalactites e estalagmites, é um processo reversível.	
4) A combustão da gasolina é um processo praticamente irreversível, pois transformar o gás carbônico e água novamente em combustível e oxigênio é extremamente caro e complicado.	
Assinale a alternativa que corresponde a análise correta das assertivas:	
Resposta correta	
e) E – E – C – C.	19,2%
Distratores:	
a) C – C – E – E.	15,2%
b) E – C – E – C.	30,3%
c) C – E – C – E.	15,2%
d) C – E – E – C.	20,2%

Fonte: Elaborado pela autora.

O item 12 (elevado grau de dificuldade) apresentou **19,2%** de acertos (Quadro 15). Embora as assertivas estivessem relacionadas ao contexto cotidiano, verificou-se que os estudantes apresentaram dificuldades na interpretação e compreensão dos conceitos de equilíbrio dinâmico e equilíbrio estático. Diferente do item 11, o enunciado do item 12 não apresentou uma breve explicação dos termos. Para acertar este item, o estudante precisava interpretar um conhecimento conceitual.

Tais conceitos podem ser iniciados na 1ª série do Ensino Médio ao explicar o que são sistemas, fases, componentes e misturas ou durante o estudo das Propriedades Coligativas na 2ª série. Porém, pelo percentual de acertos e análise das porcentagens das outras alternativas, notou-se que provavelmente os estudantes ainda não haviam usufruído de um primeiro contato com estes termos. A alternativa (d), com 34,3% de marcações, apresenta a sequência de respostas exatamente oposta a alternativa (b), que é a correta.

Por exemplo, na assertiva “Uma panela aberta sobre um fogão contém água fervendo à temperatura constante. O equilíbrio ocorrido é dinâmico”, o estudante deveria reconhecer que o sistema é aberto, logo, não estava em equilíbrio, dinâmico e estático. Na assertiva “Um balão contém ar e algumas gotas de água. A pressão dentro do balão é constante, logo, o equilíbrio é estático”, o participante precisava compreender que o sistema é fechado, portanto, estava em equilíbrio dinâmico.

Quadro 15 - Percentual da resposta correta e distratores do item 12.

Enunciado:	
<p>Dos seguintes sistemas, julgue os itens, com C para os corretos e E para os errados. () Uma panela aberta sobre um fogão contém água fervendo à temperatura constante. O equilíbrio ocorrido é dinâmico. () Um balão contém ar e algumas gotas de água. A pressão dentro do balão é constante, logo, o equilíbrio é estático. () Um formigueiro vive sua faina diária. A população do formigueiro é constante; logo, o equilíbrio é dinâmico. () O mercúrio líquido e o vapor de mercúrio num termômetro, permanecendo constante a temperatura, constituem um equilíbrio dinâmico. Assinale a alternativa que corresponde a análise correta das assertivas:</p>	
Resposta correta:	
b) E – E – C – C.	19,2%
Distratores:	
a) E – C – E – C.	11,2%
c) C – E – E – E.	16,2%
d) C – C – E – E.	34,3%
e) E – C – C – E.	19,2%

Fonte: Elaborado pela autora.

O item 7 obteve um índice de **42,4%** de acertos (Quadro 16). Assim como no item 9, os estudantes precisavam lembrar da definição de catalisadores, esse conhecimento também estava dentro da dimensão conceitual.

Quadro 16 - Percentual da resposta correta e distratores do item 7.

Enunciado:	
<p>Considere as afirmações sobre catalisadores: I. Aumentam a velocidade de reações que antes ocorriam muito lentamente. II. O paládio é um metal usado como catalisador em carros movidos a álcool ou à gasolina. III. São usados em frutas para aumentar a velocidade do processo de degradação delas. IV. Em descargas de automóveis transformam substâncias liberadas durante a combustão em outras menos nocivas. São verdadeiras:</p>	
Resposta correta:	
c) I, II e IV apenas;	42,4%
Distratores:	
a) I e III apenas;	13,1%
b) II e IV apenas;	22,2%
d) II, III e IV apenas;	16,2%
e) I, II, III e IV.	6,1%

Fonte: Elaborado pela autora.

No item 7, são apresentadas quatro afirmativas que ajudaram os estudantes a chegar na alternativa correta. Por exemplo, a afirmativa (III) dizia que os catalisadores “São usados em frutas para aumentar a velocidade do processo de degradação delas”, no entanto, era possível analisar que esta afirmativa estava incorreta, pois não é viável acelerar a degradação de frutas, mas retardar esse processo.

A afirmativa (I) aborda uma definição sobre os catalisadores. Desse modo, verificou-se que as informações do enunciado deram suporte na interpretação do item e o resultado foi um significativo número de acertos. O percentual de acertos não é sinônimo de que os estudantes dominam este conhecimento, dado que, quando este mesmo conteúdo é mobilizado em outros itens, o percentual de acertos foi muito baixo, próximo a *Zona de Guessing*.

O índice de acertos foi de **41,4%** no **item 10** (Quadro 17). Os exemplos expostos neste item abordam os aspectos qualitativos da velocidade das reações no contexto da preparação e conservação dos alimentos comuns no dia a dia dos estudantes. Nesse sentido, constatou-se a facilidade de fazer as relações corretamente.

Este item também versou sobre os aspectos cinéticos das reações, pois são conhecimentos prévios relevantes para a compreensão do estado de equilíbrio das reações químicas e para interpretação dos casos em que o equilíbrio químico sofre alterações. O estudante precisou analisar quais os fatores relacionados a cada situação, portanto, trata-se de um conhecimento conceitual.

Quadro 17 - Percentual da resposta correta e distratores do item 10.

Enunciado:	
(ENEM) Alguns fatores podem alterar a rapidez das reações químicas. A seguir destacam-se três exemplos no contexto da preparação e da conservação de alimentos:	
(1) A maioria dos produtos alimentícios se conserva por muito mais tempo quando submetidos à refrigeração. Esse procedimento diminui a rapidez das reações que contribuem para a degradação de certos alimentos.	
(2) Um procedimento muito comum utilizado em práticas de culinária é o corte dos alimentos para acelerar o cozimento, caso não se tenha uma panela de pressão.	
(3) Na preparação de iogurtes, adicionam-se ao leite bactérias produtoras de enzimas que aceleram as reações envolvendo açúcares e proteínas lácteas.	
Com base no texto, quais os fatores que influenciam a rapidez das transformações químicas relacionadas aos exemplos 1, 2 e 3, respectivamente?	
Resposta correta:	
c) Temperatura, superfície de contato e catalisadores.	41,4%
Distratores	
a) Temperatura, superfície de contato e concentração.	15,2%
b) Concentração, superfície de contato e catalisadores.	16,2%
d) Superfície de contato, temperatura e concentração.	10,1%
e) Temperatura, concentração e catalisadores.	17,2%

Fonte: Elaborado pela autora.

O **item 14** apresentou o maior índice de acertos, atingindo **43,2%** (Quadro 18). O conhecimento mobilizado neste item consistiu em analisar um conhecimento conceitual referente ao estado de equilíbrio. Este conceito não é um conhecimento prévio que o estudante deveria dominar, todavia, de fato precisava aprendê-lo, já que

foi explorado na SEA. Por se tratar de uma situação cotidiana, os alunos eram capazes de responder o item, pois em algum momento da sua vida já obtiveram a experiência de abrir ou ver alguém abrindo uma garrafa de refrigerante e é possível notar, mesmo sem compreender claramente o conceito de estado de equilíbrio químico, que há liberação de gás para o ambiente nessas condições.

Observou-se que o enunciado do item trouxe o seguinte trecho explicativo “Às vezes, ao abrir um refrigerante, percebe-se que uma parte do produto vaza rapidamente pela extremidade do recipiente” e, logo em seguida, foi apresentada a equação química deste fenômeno. Na equação, o aluno pode ter identificado que o CO_2 é a substância química que participa da reação e o gás liberado no momento que a garrafa é aberta.

Quadro 18 - Percentual da resposta correta e distratores do item 14.

Enunciado:	
(ENEM) Às vezes, ao abrir um refrigerante, percebe-se que uma parte do produto vaza rapidamente pela extremidade do recipiente. A explicação para esse fato está relacionada à perturbação do equilíbrio químico existente em alguns dos ingredientes do produto, de acordo com a equação: $\text{CO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 (\text{aq})$ A alteração do equilíbrio anterior, relacionada ao vazamento do refrigerante nas condições descritas, tem como consequência a:	
Resposta correta:	
a) liberação de CO_2 para o ambiente.	43,2%
Distratores:	
b) elevação da temperatura no recipiente.	9,1%
c) elevação da pressão interna no recipiente.	25,3%
d) elevação da concentração de CO_2 no líquido.	17,2%
e) formação de uma quantidade significativa de H_2O .	5,1%

Fonte: Elaborado pela autora.

Ausubel, Novak e Hanesian (1986) destacam que o diagnóstico dos conhecimentos prévios ajuda a estabelecer uma relação com os novos conteúdos. Desse modo, a possibilidade de identificar os saberes prévios foi importante para ajustar os conhecimentos compartilhados na SEA e para que os estudantes participantes tomassem consciência de suas limitações e pudessem agir para superá-las.

4.3 Análise das aprendizagens desenvolvidas relacionadas ao conteúdo Equilíbrio Químico a partir da SEA

Ao todo, 136 estudantes participaram da SEA, porém, nem todos responderam a todas as atividades propostas. Na modalidade *on-line*, os alunos foram

abandonando o curso ao longo das atividades, enquanto que, na modalidade presencial, às vezes faltavam e perdiam a atividade, além disso, notou-se que muitos alunos, na modalidade presencial, só se interessaram em participar das atividades a partir da metade do curso em diante.

4.3.1 O Conceito de Reversibilidade

Essa atividade permitiu abordar o conceito de reversibilidade pelo estudo do ciclo (dinâmico reversível) da água e dos graves desequilíbrios ambientais, como a poluição da água. Esta abordagem temática oportunizou a exploração dos aspectos ambientais, históricos, culturais, sociais e éticos na preservação da água.

No primeiro encontro, os alunos foram orientados a assistir ao vídeo sobre o ciclo da água e, em seguida, responder à Folha de Atividades 1. O primeiro questionamento feito aos estudantes foi: **“Em sua opinião, por que existe pouca água potável em relação ao total de água na Terra?”**. No Quadro 19, foram selecionadas as porcentagens das respostas dos alunos relacionadas às categorias de análise, de maneira que: um total de 9,5% de respostas estavam em branco; as demais categorias foram organizadas levando-se em consideração semelhanças nas respostas. Um total de 74 alunos responderam a Folha de Atividades 1.

Quadro 19 - Categorias e porcentagem de respostas dos estudantes quanto a quantidade de água potável em relação a quantidade de água total na Terra.

Categorias	Respostas	%
Salinidade	“... <u>a maior parte da água é salgada</u> , e que precisam de um processo muito maior e mais caro para tornar a água potável”	39,2
Poluição	“Por causa da grande <u>quantidade de lixo</u> encontrados nas águas e pelo desperdício das pessoas aqui na terra”	37,8
Desperdício	“eu acho que é por causa da população aumentando e com isso o <u>desperdício</u> ... perdemos grande parte da água potável”	13,5

Fonte: Elaborado pela autora.

Algumas respostas atenderam a mais de uma ideia-chave e mostraram que o estudante compreende o ciclo da água e a diferença entre água doce e água potável, como, por exemplo, nas respostas abaixo.

Aluno A88, escola E6:

“Primeiro temos que entender que a água doce e a água potável não são a mesma coisa, a água potável é uma água que passou por um tratamento e que está qualificada para o uso humano. O fato de existir pouco dela na Terra é porque como eu disse anteriormente ela é uma água que passou por um tratamento”.

Aluno A62, escola E6:

“Porque a grande parte da água do mundo é salgada e porque tem muita poluição nas águas potáveis”.

Aluna A1, escola E1:

“Pois a maior parte da água do mundo é dos oceanos, que é imprópria para o consumo, além disso, também tem a falta de recursos para o tratamento da água, poluição etc.”.

Aluno A15, escola E2:

“Porque a maioria da água que existe na Terra é água salgada, que existe nos oceanos e portanto imprópria para consumo... a água doce, existente nos rios, é apenas 3% do total de água existente no nosso planeta... Se juntarmos a isto que metade dessa água doce se encontra nos polos, e está portanto congelada, ficamos com apenas 1,5% de água boa para beber...”.

Em algumas respostas, verificou-se que os estudantes estabeleceram certa confusão nesse processo. Na resposta abaixo, por exemplo, o aluno considera que as águas das geleiras também são salgadas.

Aluno A43, escola E5:

“Por conta do seu ciclo, a água dos oceanos é salgada e as das geleiras também, há uma escassez justamente por conta dos rios que são bem menores em relação ao oceano, os rios tem a maior quantidade de água potável, porém muitas dessas águas estão sendo poluídas gerando contaminação da água, e isso resulta em pouca água potável”.

Na resposta abaixo, o aluno apresentou bastante confusão ao tentar explicar que a água precisa ser tratada para ser considerada água potável e ideal para o consumo. Porém, não explicou claramente por que existe pouca água potável em relação à quantidade total de água no planeta.

Aluno A78, escola E6.

“Por que para obter água potável precisa esterilizar, ferver para se tornar consumível do que a água da terra”.

Como o conceito que se pretende ensinar (reações química reversíveis) não é igual ao que se utiliza como referência (processos físicos reversíveis), é compreensível que os estudantes apresentem certa confusão. No entanto, seguindo o princípio da construção do conhecimento, os conceitos químicos explorados na SEA

foram abordados sempre de maneira contextualizada, com o propósito de dar uma significação ao estudante.

No Quadro 20, foram organizadas as porcentagens de acertos sobre as assertivas que tratam de **processos reversíveis e irreversíveis na natureza** no item 2 da Folha de Atividades 1 (Apêndice 4). Todas as assertivas estão incorretas, portanto as porcentagens de acerto correspondem ao número de estudantes que marcaram a assertiva com E de errada.

Quadro 20 - Análise das assertivas quanto a processos reversíveis ou irreversíveis.

	Assertivas	% de acertos
1	O ciclo da água, no qual ocorrem as mudanças entre estado de agregação e as fases sólido, líquido e gasoso é considerado processo irreversível.	72,3
2	A poluição dos rios e lagos no nosso planeta é um processo irreversível devido à quantidade de poluentes despejados, portanto, imprópria para o consumo humano.	36,5
3	Um balão contém ar e algumas gotas de água. A pressão dentro do balão é constante, logo, o equilíbrio é estático.	31,1
4	Uma panela aberta sobre um fogão contém água fervendo à temperatura constante. O equilíbrio ocorrido é dinâmico.	25,7

Fonte: Elaborado pela autora.

Essa questão trouxe um recorte de parte das questões 11 e 12 da Etapa C no Instrumento Inicial. Mesmo após a explicação dos termos “reversibilidade”, “equilíbrio dinâmico” e “equilíbrio estático”, verificou-se que os estudantes apresentaram dificuldades na análise das assertivas.

Na assertiva 1, **as mudanças de estado de agregação** que ocorrem no ciclo da água **são** consideradas **reversíveis**. A água em um rio pode evaporar ou congelar por exemplo. Na assertiva 2, que trata da **poluição de rios e lagos**, também é considerada um **processo reversível**, uma vez que os rios poluídos podem ser despoluídos ao passar por diversos processos físicos e químicos. Na assertiva 3, o sistema (balão) é fechado, logo, o sistema está em equilíbrio dinâmico. Na assertiva 4, o sistema é aberto (panela aberta) e, por isso, não está em estado de equilíbrio (nem dinâmico, nem estático).

No item 3, os participantes foram questionados sobre “**como descreveriam um processo reversível**”. Conforme o esperado, notou-se que a maioria das respostas foram dadas com base nas informações do enunciado da questão 2 “na natureza existem processos reversíveis - que podem retornar ao estado inicial - e irreversíveis - que não podem retornar ao estado inicial” e no ciclo da água (processo físico reversível).

Verificou-se que dez respostas explicavam o processo reversível nas reações químicas, sendo nove dadas por alunos do curso *on-line* e uma atribuída por um aluno da modalidade presencial. Estas respostas não eram esperadas, pois não foram citadas as reações químicas reversíveis durante a videoaula. Sendo assim, é provável que os participantes da modalidade *on-line* estudaram o conteúdo em algum momento antes da participação na SEA. No Quadro 21, estão organizadas em porcentagens as respostas dos alunos de acordo com as categorias de análise. Um total de 5,4% corresponde às respostas em branco.

Quadro 21 - Respostas apresentadas pelos estudantes quanto a compreensão do conceito de reversibilidade.

Categorias	Respostas	%
Estado Inicial	"...refere-se a propriedade de um sistema físico ao retornar ao seu estado inicial"	36,5
Ciclo da água	"...é quando algo pode voltar ao seu estado inicial, um exemplo é o estado de agregação da água..."	23,0
Confusas ou incorretas	"É um processo reversível quando passa por várias etapas mas não acontece nada definitivo"	17,6
Reação Química	"É quando o reagentes se transformam em produto e o <u>produto podem se transformar em reagentes</u> "	13,5
Tratamento da Água	" <u>poluir menos</u> , não jogar lixo nos rios"	4,0

Fonte: Elaborado pela autora.

A respeito do conceito de processo reversível, notou-se que a resposta abaixo foi bem elaborada, com uma sutil confusão no trecho "(ou não)". Acredita-se que o estudante tentou explicar que também existem processos que são irreversíveis e apresentou uma compreensão mais elaborada do conceito de reversibilidade.

Aluno A20, escola E2:

"Os processos reversíveis são processos que após terem ocorrido num dado sentido, também podem ocorrer naturalmente no sentido oposto (ou não), voltando ao estado inicial".

A resposta abaixo está incluída na **Categoria – Estado Inicial**:

Aluno 78, E6:

"O ferro pode se tornar líquido ou se tornar sólido".

Notou-se que o participante conseguiu estabelecer uma relação entre o novo e um conhecimento já existente em sua estrutura cognitiva, ou seja, este compreende que o ferro também muda seu estado de agregação, podendo ir da fase sólida para

líquida, ou vice-versa, devido às variações de temperatura. Portanto, é um processo (físico) reversível.

Quanto à **Categoria – Ciclo da Água**, notou-se que o estudante estabeleceu corretamente as relações conceituais propostas para essa atividade. Assim, considerou-se que se recordou de uma informação básica (conteúdo factual) e a reproduziu. O aluno lembrou da explicação do ciclo da água como exemplo de processo reversível.

Aluno 110, escola E6.

“Que dá pra voltar a ser o que era antes, tipo a água, que pode estar nos três estados diferentes, sólido, líquido, gasoso, e ainda ter seu componente químico original, H₂O”.

Observou-se que os estudantes estabeleceram uma relação da reversibilidade com a qualidade da água. Estas respostas foram classificadas na **Categoria – Tratamento de Água**, pois foram estabelecidas relações com a aprendizagem de conteúdos atitudinais (princípios ou ideias éticas). Foram identificadas respostas confusas ou incorretas, que já eram esperadas, visto que provavelmente esta foi a atividade em que os estudantes trabalharam pela primeira vez o conceito de reversibilidade.

De modo geral, analisou-se que, mesmo fazendo esta aproximação com o ciclo da água, os estudantes possuem dificuldades em organizar e estruturar suas ideias. Assim, apresentaram dificuldade em compreender o conceito de reversibilidade.

4.3.2 Reações Químicas Reversíveis

A Experimentação Demonstrativa-Investigativa foi a estratégia de aprendizagem utilizada para iniciar o estudo das reações químicas reversíveis. Os estudantes da modalidade *on-line* receberam uma videoaula feita pela própria pesquisadora (link: [acesse.one/yJjyc](https://www.youtube.com/watch?v=yJjyc)) e, na modalidade presencial, a experimentação foi desenvolvida na própria sala de aula, no tempo regular de 45 minutos.

Os estudantes foram orientados a preencher a Folha de Atividades 2 (Apêndice 5). Para análise e discussão dos resultados, foram consideradas as respostas das questões 1 e 2 no item análise de dados. Notou-se uma quantidade significativa de estudantes que apresentaram explicações coerentes com a explicação química.

No Quadro 22, foram organizadas as hipóteses considerando as respostas semelhantes e apresentadas de forma clara, propostas pelos estudantes para explicar o surgimento e desaparecimento da cor no experimento, que é conhecido como a “garrafa azul”. Um total de 70 alunos participaram desta atividade. Tanto na modalidade *on-line* quanto na presencial, foram orientados a dialogar/discutir sobre o experimento e, a partir disso, construir suas respostas. Um total de 8,5% dos estudantes deixou a folha em branco.

Quadro 22 - Hipóteses e porcentagem das respostas (semelhantes) atribuídas pelos alunos na análise dos dados do experimento “A garrafa azul”.

Hipóteses	%
Para os estudantes a mudança de cor acontece devido à agitação e repouso do líquido.	27,2
A alteração de cor do sistema é resultado da reação química (reversível).	22,9
Os estudantes atribuem a mudança de cor do sistema como uma mistura de substâncias químicas.	21,4
A alteração de cor é resultado da dissolução do oxigênio na solução.	20,0

Fonte: Elaborado pela autora.

Notou-se que os estudantes apresentaram dificuldades na construção de suas respostas, logo, não possuem, em sua estrutura cognitiva, um modelo claro ou bem estruturado sobre as reações químicas em meio aquoso. Um total de 27,2% dos estudantes atribuiu a mudança de cor à perturbação externa (agitação), mas não explicaram que a agitação da garrafa favoreceu a oxidação da glicose pelo oxigênio do ar dissolvido em solução.

Aluno A74, escola E6:

“via uma reação entre as soluções, após fica em repouso as moléculas diminuem sua agitação e tendem a voltar ao normal”.

Analisou-se a resposta acima do seguinte modo: o estudante considera que a alteração de cor é resultado apenas da agitação e repouso da garrafa que contém a solução, mas não consegue desenvolver melhor seu raciocínio, justificando, de fato, a alteração de cor do sistema, explicando que as substâncias interagem entre si e tais interações resultam em uma reação química e que novas substâncias são formadas, de modo que a solução muda de cor. Outros aspectos também poderiam ser explorados citando a afinidade química das substâncias, a colisão afetiva, o pH da solução, ou seja, conceitos químicos de cinética, caráter ácido-base das soluções.

Na resposta abaixo, observou-se que o aluno relaciona a mudança de cor à separação dos líquidos por ação da densidade:

Aluno A86, escola E6:

“... a agitação faz com que a solução se misture, o repouso faz com que as densidades das soluções se separem”.

Observou-se que 22,9% dos estudantes apresentaram respostas dentro da hipótese que considera a alteração de cor do sistema como resultado da reação química (reversível) entre as substâncias. Percebeu-se que os alunos entenderam que ocorreu uma reação química, mas não conseguiram explicar/justificar com mais detalhes por que razão a reação aconteceu. A maior parte das respostas apresentadas foram limitadas a apenas “*são reações químicas*”. Destacaram-se as respostas abaixo, um pouco mais longas, mas que justificam a reação por causa da mistura dos líquidos na garrafa.

Aluno A70, escola E6:

“com a reação química, quando estava tudo misturado e depois agitado a garrafa houve mudanças de cor...”.

Aluno A69, escola E6:

“pois foram utilizados elementos químicos e todos foram misturados, ocorrendo uma reação química”.

Aluno A88, escola E6:

“teve uma reação química dos materiais utilizados, logo depois eles se separaram”.

Aluno A88, escola E6:

“devido as interações químicas por causa da reação química”.

Para mais, 21,4% dos estudantes apresentaram respostas que “atribuem a mudança de cor do sistema como uma mistura de substâncias químicas”. Embora não seja de fato uma mistura, mas uma reação, as respostas foram consideradas por entender-se que os estudantes usaram esse termo devido ser mais claro em sua estrutura cognitiva e pelo fato de, durante a experimentação, ocorrer realmente a mistura das soluções.

Aluno A96, escola E6:

“depois das misturas das substâncias químicas”.

Aluno A67, escola E6:

“...é que ao misturar várias substâncias químicas a cor se torna uma e ao agitar surge outra cor”.

Notou-se que 20% dos estudantes consideraram que a alteração de cor é resultado da dissolução do oxigênio na solução. Esta foi a hipótese que mais chamou a atenção devido ao repertório utilizado nas respostas dos estudantes, fazendo uso de termos específicos da Química. Diante disso, acentuaram-se as respostas abaixo:

Aluno A7, escola E2:

“Quando o ácido formado reage com o hidróxido de sódio, o azul de etileno facilita a transferência de oxigênio, o seu desaparecimento é quando a glicose é oxidada o azul de metileno é reduzido a leucometileno, que é incolor”.

Aluno A2, escola E1:

“A soda cáustica é uma base (hidróxido de sódio – NaOH), portanto, o meio está alcalino. Em meios assim, a glicose atua como agente redutora que cede elétrons. Desse modo, ela provoca a redução do azul de metileno, formando o leuco-metileno, que é incolor. Com a agitação, o oxigênio (O₂) do ar dissolve-se na solução e oxida o leuco-metileno, que volta a ser o azul de metileno de coloração azul”.

Aluno A51, escola E5:

O que acontece é que quando mistura o hidróxido de sódio com o dextrose, o dextrose reage com o azul de metileno, e transforma o azul de metileno em uma substância que se chama leucometileno, só que quando agitar a mistura o oxigênio do ar reage com o leucometileno e faz com que o leucometileno a volta a ser azul de metileno e por isso que a água volta a ser azul.”

Aluno A22, escola E2:

“O surgimento da cor ocorre porque na presença de oxigênio, o leucometileno converte-se em azul de metileno. e o desaparecimento da cor ocorre pois quando a concentração de O₂ zera porque o azul de metileno forneceu todo o oxigênio à glicose, temos a transformação do azul de metileno novamente em leucometileno”.

Estas respostas apresentaram-se mais completas, pois os estudantes citam as substâncias envolvidas na reação e explicam-nas usando termos dentro da linguagem química. Embora o caráter desta análise não seja comparativo entre as modalidades *on-line* e presencial, notou-se que estas respostas foram atribuídas por alunos da modalidade *on-line* e, no momento que a SEA foi aplicada, estavam cursando a 3ª série do Ensino Médio.

Na modalidade *on-line*, os alunos estavam distantes da percepção da professora pesquisadora e também dispuseram de mais tempo para responder à Folha de Atividades. Desse modo, considerou-se que estes dois fatores podem ter contribuído para que os alunos pensassem em respostas mais elaboradas, assistissem ao vídeo mais de uma vez ou pudessem fazer pesquisas e obter diálogos com os outros colegas.

Os conceitos de reversibilidade e reações químicas reversíveis compõem a Etapa A da SEA. Ao final dessa etapa, os estudantes obtiveram um espaço para dialogarem entre si e tirarem dúvidas com a professora, em seguida, foram orientados à elaboração em pares de um Mapa Conceitual, que será apresentado e discutido no item 4.3.4. junto com o Mapa Conceitual elaborado ao final da Etapa B da SEA.

4.3.3 Fatores que afetam o Estado de Equilíbrio: Princípio de Le Chatelier

Esse conteúdo foi *desenvolvido* em dois momentos com duas estratégias de ensino e aprendizagem diferentes. No primeiro momento, foi utilizada a Aprendizagem em Pares e, depois, a Experimentação Demonstrativa-Investigativa novamente.

Primeiramente, foram analisadas as evidências de aprendizagem na atividade com a Aprendizagem em Pares. Assim, foi feita uma breve apresentação sobre a estratégia e, posteriormente, foram realizadas as orientações sobre o vídeo do Canal Ponto Ciência da UFMG, abordando o efeito da concentração no estado de equilíbrio (link: [acesse.one/E100R](https://www.youtube.com/watch?v=acesse.one/E100R)).

Os estudantes receberam a Folha de Atividades 3 (Apêndice 6) antes de acessarem o link para assistirem ao vídeo (modalidade *on-line*). Na modalidade presencial, os participantes alegaram que estavam sem internet móvel e outros não detinham nenhum aparelho eletrônico no momento, então, o vídeo foi compartilhado com o recurso de Datashow para todos em sala de aula. Um total de 60 alunos responderam a Folha de Atividades 3.

Em ambas as modalidades, os alunos possuíam liberdade para assistir ao vídeo quantas vezes fossem necessárias. Na modalidade presencial, observou-se uma melhor interação entre os estudantes em comparação às primeiras atividades. Um total de 60 estudantes responderam a Folha de Atividades 3. No Quadro 23, estão listados os componentes e substâncias identificados pelos estudantes na garrafa e no béquer durante a visualização do vídeo.

Quadro 23 - Componentes e substâncias identificadas pelos estudantes no vídeo do Canal Ponto Ciência.

Componentes e substâncias	Qtd. de respostas
Comprimidos efervescentes (Sonrisal)	39
Água	31
Água com gás	17
Indicador ácido-base	15
Mangueira fina (mangueira de aquário)	10
Corante	9
Ácido	4
Bicarbonato de sódio	3

Legenda: Qtd. – Quantidade.

Fonte: Elaborado pela autora.

Após identificarem os componentes e substâncias, os estudantes foram questionados sobre “o que acontece quando o comprimido efervescente é adicionado dentro da garrafa?”. No Quadro 24, estão as categorias de análise de acordo com suas respostas e as porcentagens correspondem àquelas semelhantes dentro da mesma categoria. Um total de 6,6% das respostas foi deixado em branco.

Quadro 24 - Categorias e porcentagem de respostas quanto a observação do comprimido efervescente colocado dentro da garrafa.

Categorias	Respostas	%
Dissolução	<i>“ele se dissolve como se estivesse fervendo”</i>	31,8
Borbulhar	<i>“começa a borbulhar iniciando a reação na garrafa”</i>	23,4
Liberção de gás	<i>“ele começa a se misturar com a água, liberando um gás”</i>	21,6
Acidez	<i>“a substância fica ácida”</i>	5,0
Evaporação da água	<i>“a água começa a borbulhar (evaporar) para a boca da garrafa”</i>	6,7

Fonte: Elaborado pela autora.

Na categoria **dissolução**, notou-se que os estudantes confundem o processo físico de ebulição da água com o conceito de efervescência (liberação de gás em uma solução líquida) tanto na resposta destacada no Quadro 24 quanto nas demais apresentadas abaixo.

Aluno A8, escola E2:

“Que começa a reagir ao dissolver, como se estivesse ácida, efervescente”.

Aluno A115, escola E6:

“ele começa a se dissolver, e fazer ferver dentro da garrafa, assim é o equilíbrio químico”.

Aluno A16, escola E5:

“Quando o comprimido é adicionado dentro da garrafa, ele se dissolve assim fazendo um tipo de agitação”.

Nesse sentido, considerou-se que os estudantes compreendem o conceito de dissolução, contudo, apresentam dificuldades em explicar que ocorre a liberação de gás. Na categoria **borbulhar**, notou-se a mesma confusão.

Aluno A30, escola E4:

“A água começa a ficar com bolhas, tipo fervendo..”.

Aluno A125, escola E6:

“ele começa a transmitir bolhas através de um cano fino ou mangueira”.

Aluno A96, escola E6:

“acontece a reação entre ele e a água e fica borbulhando dentro da garrafa com gás”.

Quando o comprimido é colocado em água, formam-se bolhas por causa da efervescência do comprimido. No entanto, observou-se que os alunos compararam com o processo de ebulição da água ou consideraram que contém água com gás na garrafa. Desse modo, entende-se que atribuem a formação de bolhas à liberação de gases, mas confundem ao explicar que as bolhas (os gases) são provenientes da água e não da dissolução do comprimido.

As respostas abaixo estão incluídas na categoria **liberação de gás**. Notou-se que os participantes atribuem a liberação de gás ao contato do comprimido com a água, ou seja, eles citam claramente o termo “liberação gás” ou “liberando CO₂” (gás carbônico). Mesmo que esse termo venha acompanhado de “borbulhar” ou “borbulhando”, “mistura”, “solta”, “ebulição”, considerou-se que eles conseguiram fazer corretamente as observações. As correções quanto aos termos corretos poderiam ser feitas em aula posterior à apresentação do vídeo, contribuindo, assim, para aprendizagem correta dos conceitos.

Aluno A93, escola E6:

“A água começa a borbulhar liberando CO₂”.

Aluno A89, escola E6:

“ele fica borbulhando e libera gás do comprimido”.

Aluno A104, escola E6:

“ele começa a se misturar com a água, formando um gás”.

Aluno A54, escola E5:

“O comprimido solta o gás carbônico, responsável pela efervescência”.

Aluno A116, escola E6:

“podemos observar que ocorre ebulição onde o comprimido efervescente, libera o gás após ser adicionado na água”.

Como os termos “borbulhar” e “ebulição” são mais conhecidos pelos estudantes, por isso, eles recorreram a estes para explicarem as bolhas de gás carbônico que se tornam visíveis quando o comprimido é colocado em água.

A partir do vídeo, direcionou outro questionamento a eles “O que podemos observar quando a mangueira (conectada na garrafa) é colocada dentro do béquer? Por que isso acontece?”. No Quadro 25, estão as categorias de análise de acordo com as respostas dos estudantes, cujas porcentagens correspondem às respostas semelhantes dentro da mesma categoria. Um total de 5% das respostas estava confuso e de difícil leitura e 5% das perguntas foram deixadas em branco.

Quadro 25 - Categorias e porcentagem de respostas da observação quando a mangueira (conectada a garrafa) é colocada no béquer.

Categorias	Respostas	%
Mudança de cor	<i>“ela muda de cor a água rosa, na garrafa tem água, coloca o mentos e ela cria o gás”</i>	38,3
Borbulhar	<i>“o líquido do béquer começa a borbulhar e mudar de cor porque o CO₂ foi transferido pela mangueira...”</i>	30,0
Reação ácido-base	<i>“o líquido rosa muda para amarelo por causa do ácido no líquido rosa e com a água e gás”</i>	21,7

Fonte: Elaborado pela autora.

As categorias **mudança de cor** e **borbulhar** apresentaram respostas bem próximas, sendo difícil distinguir e analisar em alguns casos. Por ser um questionamento que tem relação direta com o anterior (liberação de gás ao colocar o comprimido efervescente na garrafa), notou-se essa complementação nas respostas, como uma continuidade da explicação.

Na categoria **mudança de cor**, foram incluídas apenas as respostas em que os estudantes citaram claramente “muda de cor”. Observou-se que as justificativas para tal mudança têm relação com o gás que é liberado e transferido da garrafa para o béquer pela mangueira.

Aluno 103, escola E6:

“é liberado o gás por meio da mangueira e começa a borbulhar, logo mudando de cor”.

Aluno 57, escola E6:

“quando a mangueira é colocada ela vai mudando de cor por conta do sonrisal e gás”.

Aluno 57, escola E6:

“quando ele coloca a mangueira no copo automaticamente a substância começa a liberar gás e mudar de cor”.

Diante disso, notou-se que os estudantes usam novamente o termo **borbulhar**:

Aluno 26, escola E4:

“A substância começa a borbulhar e clarear”.

Aluno 113, escola E6:

“que a água não só borbulha na garrafa mas no béquer também, porque o comprimido adicionado libera um gás dentro do recipiente”.

Não foi surpreendente que os alunos não conseguissem explicar a mudança de cor com base no aumento da concentração de CO_2 , um óxido ácido. Isso porque o vídeo não apresenta evidências de que há bicarbonato de sódio (NaHCO_3) no béquer, nem que fenolftaleína foi adicionada, o que justifica a coloração rosa da solução básica. No entanto, alguns alunos mencionaram os termos "ácido" e "base" em suas respostas. Isso sugere que esses alunos têm uma compreensão melhor sobre soluções aquosas e sobre o caráter ácido-base de algumas substâncias. Essas respostas foram incluídas na categoria de reação ácido-base.

Aluno 119, escola E6:

“isso aconteceu poque ao fazer a transferência, ele deixa de ser básico e se torna ácido”.

Aluno 109, escola E6:

“o béquer com líquido vermelho, muda a coloração por causa de uma reação ácido-base”.

Aluno 71, escola E6:

“o líquido rosa mudar de cor, porque é colocado o indicador ácido-base, que faz a mudança”.

No encontro seguinte a apresentação do vídeo e resolução da Folha de Atividades 3, foram feitas discussões e esclarecimentos sobre os efeitos da

concentração no estado de equilíbrio de um sistema. Não há registro audiovisual desta aula, portanto, não será possível discuti-la na íntegra. Mas o material utilizado com recortes do vídeo (efeitos da concentração) e histórias em quadrinhos (efeitos da pressão e temperatura) foram analisados no tópico 4.4.3 juntamente com a estratégia de aprendizagem.

Para dar continuidade ao conteúdo “Fatores que afetam o Estado de Equilíbrio: Princípio de Le Chatelier”, foi realizada novamente a Experimentação no formato Demonstrativo-Investigativo por dois motivos: (1) Os estudantes da modalidade *on-line* não conseguiram dar continuidade ao curso, desse modo, não realizaram a experimentação, nem responderam a última folha de atividades; (2) Na modalidade presencial, o tempo regular de 45 minutos era limitado para que realizassem a aula prática com mais liberdade e autonomia. Nesse sentido, a atividade foi conduzida pela professora e alguns alunos foram convidados a auxiliar durante a realização do experimento.

Um total de 62 estudantes, divididos em grupos por afinidades, responderam a Folha de Atividades 4, resultando em 27 grupos (com no máximo 3 alunos). O Quadro 26 contém as hipóteses propostas pelos participantes quanto ao questionamento “é possível deslocar o equilíbrio de um sistema e depois reestabelecer o equilíbrio original sem adição de qualquer substância?” direcionado aos grupos antes de iniciarem a atividade experimental.

Quadro 26 - Hipóteses propostas pelos estudantes referente ao questionamento inicial na Folha de Atividades 4.

	Hipóteses	%
1	Sim, é possível deslocar e restabelecer o equilíbrio se baseando nas variáveis (concentração, temperatura e pressão) do Princípio de Le Chatelier.	22,3
2	Não é possível, pois para restabelecer o equilíbrio é preciso adicionar uma substância.	22,3
3	Talvez seja possível restabelecer o equilíbrio como a água.	18,5
4	É possível deslocar e restabelecer o equilíbrio utilizando um catalisador.	7,3

Fonte: Elaborado pela autora.

As porcentagens foram calculadas com base nos 27 grupos (27 folhas respondidas). Um total de 18,5% das respostas foi considerado confuso e/ou fora de contexto e 11,1% das respostas foram limitadas apenas a “sim” ou a “não sei”.

Observou-se que as respostas incluídas na hipótese 1 apresentaram uma compreensão teórica mais elaborada mesmo com as confusões conceituais. Em meio

a curto tempo para o desenvolvimento das atividades e déficit de conteúdos básico anteriores, considerou-se que os estudantes desenvolveram conhecimentos conceituais sobre os aspectos qualitativos do estado de equilíbrio químico.

As respostas incluídas na hipótese 1 apresentaram um repertório de termos que são específicos dentro do conteúdo Equilíbrio Químico. Os alunos elaboraram suas hipóteses baseados no *Princípio de Le Chatelier*, expressando-o claramente, quando, na verdade, poderiam ter proposto que as variações de temperatura ou pressão podem deslocar e depois reestabelecer o estado de equilíbrio sem estabelecer essa relação direta com o princípio, pois esses foram os termos utilizados durante as aulas anteriores.

A concentração foi um dos aspectos considerados nas hipóteses abaixo, mas esta não pode deslocar o equilíbrio de um sistema e depois reestabelecer o equilíbrio original, já que as alterações na concentração implicam em alterações na quantidade de entidades químicas, consistindo em adicionar (ou reduzir) substâncias na reação química. Vejamos as respostas que foram incluídas **na hipótese 1**:

Alunos 102, 103 e 104, escola E6:

“Se baseando no princípio de Le Chatelier que diz que um sistema em equilíbrio tende a se ajustar quando é alterado para eliminar a alteração e restaurar o equilíbrio. Os únicos fatores capazes de promover a alteração de um equilíbrio químico são: aumento ou diminuição da concentração, temperatura ou pressão”.

Aluno 96 e 131, escola E6:

“Sim, é possível, para isso se utiliza as três variáveis do princípio de le chatelier”.

Aluno 94 e 98, escola E6:

“É possível alterar pelas três variáveis dos princípios de le chatelier: concentração, pressão e temperatura”.

Esperava-se que as hipóteses considerassem apenas a temperatura e a pressão, no entanto, foram identificadas duas hipóteses que citam o catalisador como aspecto capaz de deslocar e depois reestabelecer o estado de equilíbrio químico. Este fator não era esperado na construção das hipóteses e essa consideração não está correta, pois a adição de um catalisador consiste na adição de uma substância.

As respostas abaixo estão incluídas na **hipótese 4**:

Alunos 72 e 108, escola E6:

“depende, digamos que é um catalisador, na qual a substância é capaz de acelerar sem sofrer alteração, isto é, ser consumido durante a reação, não altera o deslocamento do equilíbrio, depende da substância que está em contato na reação”.

Alunos 59, 61 e 135, escola E6:

“Sim, é como um catalisador que é uma substância capaz de acelerar um estado de equilíbrio sem sofrer alterações, porém isso depende de que substância está contida na reação”.

De maneira geral, é importante esclarecer que o catalisador não afeta o estado de equilíbrio nem a quantidade das substâncias envolvidas na reação. Em vez disso, ele forma um novo complexo ativado com uma energia de ativação menor, aumentando a taxa de desenvolvimento tanto da reação direta quanto da reação inversa. Foi observado que uma parte dos estudantes participantes não considerou possível deslocar e restabelecer o equilíbrio sem a adição de qualquer substância.

Embora essas hipóteses exemplifiquem a alteração de sabor quando o refrigerante é deixado em um copo, devido à liberação do gás, os alunos entendem que isso ocorre devido à variação de temperatura. Ao colocar o refrigerante em um copo, ele esquenta e os gases são liberados. No entanto, eles se confundem ao justificar que o equilíbrio só será restabelecido se for adicionado gás novamente ao refrigerante.

As respostas abaixo correspondem a **hipótese 2**:

Aluno 76 e 134, escola E6:

“Depende da substância e objeto no qual estão sendo utilizados, como por exemplo, um refrigerante fica exposto, irá acontecer uma liberação de gases, e a única forma de retornar a forma original seria a injeção de gases”.

Alunos 93 e 130, escola E6:

“Digamos que não, um exemplo seria a coca-cola com a tampa aberta, o gás será liberado alterando o gosto e alterando o estado de equilíbrio que não pode mais ser reestabelecido se não for acrescentado outra substância, por isso não reestabelece o equilíbrio original”.

Alunos 55, 88 e 74, escola E6:

“Não. Exemplo de um refrigerante em um copo, ao ser deixado em temperatura ambiente, com o passar do tempo o seu gás vai se dispersar no ar (obs: isso alteraria seu sabor. E sem ser adicionada nenhuma substância seria impossível restabelecer seu equilíbrio original”.

Na hipótese 3, os estudantes levantam a possibilidade de deslocar e restabelecer o equilíbrio sem a adição de quaisquer substâncias, citando o ciclo da água como exemplo. Notou-se que os estudantes resgataram um conhecimento prévio desenvolvido no início da SEA e compreendem que a temperatura é um fator responsável pelas variações de estado da água. Embora o ciclo da água seja um processo físico reversível, é importante que os conceitos de processos físicos e químicos sejam retomados para que os alunos possam desenvolver corretamente suas compreensões conceituais. Dessa forma, os estudantes poderão compreender que o princípio de Le Chatelier se aplica a reações químicas reversíveis e que é possível deslocar o equilíbrio químico através da adição de substâncias ou pela variação de fatores como pressão, temperatura e concentração.

Alunos 100 e 101, escola E6:

“Sim, um exemplo claro é a água, quando posto no congelador e ainda em estado líquido, se tirada congela, sem qualquer com outro produto químico”.

Aluno 80, escola E6:

“Água: exerce um estado de equilíbrio líquido, porém, em vários aspectos estado poderia ser mudado. Como por exemplo: colocá-la no congelador, assim atingindo um estado mais sólido, com a certeza que voltaria a seu estado líquido”.

Alunos 93 e 130, escola E6:

“Talvez seja possível como a água em estado sólido quando entra em contato com uma temperatura maior ou natural, fazendo voltar ao estado líquido ou utilizando fogo para mudar o estado de um equilíbrio químico de um sistema”.

4.3.4 Análise dos Mapas Conceituais

Os Mapas Conceituais foram elaborados individualmente pelos estudantes na modalidade *on-line* e em grupos de dois ou três componentes na modalidade presencial. Observou-se que a condição de elaboração dos mapas em grupos apresentou uma maior aceitação, comparando-se o total de participantes com o total de mapas que foram entregues. O primeiro Mapa foi elaborado ao final da Etapa A com o conteúdo Reversibilidade e o segundo Mapa ao final da Etapa B, acerca de Fatores que afetam o Estado de Equilíbrio: *Princípio de Le Chatelier*.

Explicou-se a metodologia de construção de Mapas Conceituais, que, apesar de não haver regras fixas, existem recomendações importantes para construir o diagrama de significados e, assim, estabelecer relações significativas entre os conceitos. Os estudantes receberam uma folha com orientações (Apêndice 8) para auxiliar na construção dos Mapas Conceituais durante a explicação, cujo conteúdo foi discutido paralelamente, desse modo, enfatizou-se o que são conceitos, palavras de ligação e hierarquia conceitual.

Os Mapas Conceituais foram analisados separadamente de acordo com a etapa e conteúdo a partir do qual foram elaborados por dois motivos: (1) Os estudantes participantes da modalidade *on-line* somente elaboraram o mapa sobre o conceito de Reversibilidade (Etapa A); (2) As duplas ou trios formados pelos participantes da modalidade presencial não foram os mesmos na Etapa A e B. Dito isso, foram elaborados 25 mapas na Etapa A e 8 mapas na Etapa B, cujas análises a seguir foram realizadas com base nos parâmetros de NOVAK e GOWIN (1999) e no trabalho de TRINTADE (2011).

4.3.4.1 Mapas Conceituais sobre reversibilidade (Etapa A)

Um total de 13 mapas foram elaborados pelos estudantes individualmente na modalidade *on-line* e 12 produzidos em grupos de dois ou três componentes na modalidade presencial. Elaborou-se a Tabela 1 considerando a quantidade de mapas coletados na Etapa A e as pontuações por categoria de cada um. Nesse sentido, estão em destaque os mapas conceituais que serão discutidos posteriormente, dois com pontuação abaixo de 5 pontos e dois com pontuação acima de 5 pontos.

Tabela 1 - Avaliação dos Mapas Conceituais sobre Reversibilidade (Etapa A).

	n.º	Aluno	Escola	Categorias										Pontuação
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
OL	1	A1	E1	1	0	0	0	1	1	0	0,5	0	0	3,5
	2	A2	E1	0	0,5	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	1,5
	3	A4	E1	1	0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0	5,5
	4	A8	E2	0,5	0	0,5	0	0	0,5	0	0,5	0,5	0	2,5
	5	A16	E2	1	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	6
	6	A22	E2	0,5	0	0,5	0	0	1	0	0	0	0	2
	7	A26	E4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	A30	E4	0,5	0	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0	2
	9	A32	E4	1	0,5	0,5	0	0	0,5	0	1	0,5	0	4
	10	A33	E4	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
	11	A35	E5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	A51	E5	1	0,5	0	0	1	1	0	1	0,5	0	5
	13	A54	E5	1	0,5	1	1	0	1	1	1	0,5	0	7
P	14	A85, A121 e A122	E6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	A74 e A109	E6	1	0,5	1	0,5	0	1	0,5	1	0,5	0	6
	16	A65, A88 e A106	E6	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	0,5	0	7
	17	A70, A71 e A73	E6	1	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	1	0,5	0	5
	18	A61, A68 e A78	E6	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	5
	19	A63, A110 e A113	E6	0,5	0,5	0	0	0,5	0,5	0	0,5	0	0	2,5
	20	A65, A107 e A108	E6	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0	6,5
	21	A81, A99 e A123	E6	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0	0	3
	22	A58, A114 e A166	E6	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0	0	3,5
	23	A86 e A87	E6	1	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0	0,5	0	0	3,5
	24	A56, A69 e A135	E6	1	1	1	1	0	1	0,5	1	1	0	7,5
	25	A102, A103 e A104	E6	1	0,5	1	1	0	1	0,5	0	0	0	5

Legenda: n.º – número; P – Presencial; OL – On-line.

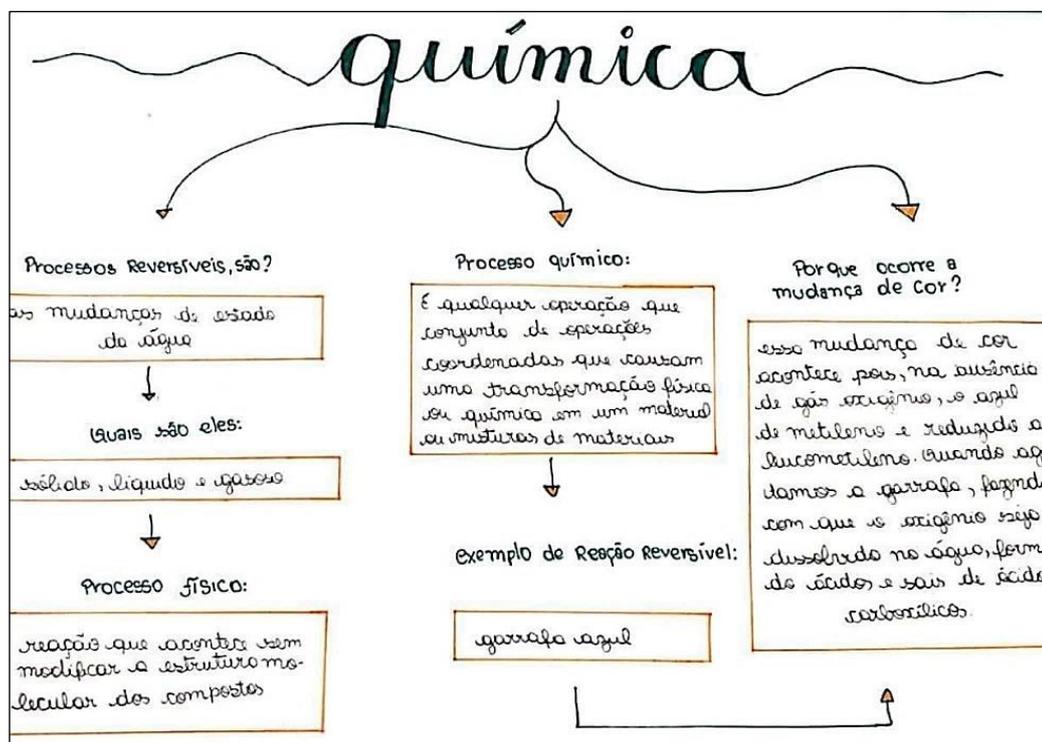
Fonte: Elaborado pela autora

É válido lembrar que as categorias foram avaliadas com código 0 para erro, código 0,5 para acerto parcial e código 1,0 para acertos. O somatório das dez categorias perfaz um total de 10 pontos. Desse modo, a média mínima satisfatória entre as categorias deve ser de 5,0 pontos, ou seja, a metade de acertos. Dos 25 mapas coletados, um total de oito alunos atingiram ou ultrapassaram a média mínima satisfatória, os demais ficaram abaixo da média.

Durante a análise dos Mapas Conceituais elaborados pelos estudantes, observou-se que eles apresentaram facilidade em trabalhar os conceitos básicos e organizá-los hierarquicamente, seguindo a estrutura de cima para baixo. Essas categorias mais simples são mais fáceis de serem desenvolvidas durante a construção do mapa. Porém, foi constatado que eles apresentaram dificuldades com os conectivos (palavras de ligação), o que também dificultou a criação de proposições válidas (conceito-palavra de ligação-conceito).

Essa dificuldade pode estar relacionada tanto à habilidade de elaborar Mapas Conceituais quanto às dificuldades conceituais. Além disso, o curto tempo de elaboração e a falta de oportunidades para orientações mais pontuais e esclarecimentos de dúvidas com os estudantes também foram fatores que contribuíram para essa dificuldade.

Figura 6 - Mapa Conceitual n.º 6 sobre Reversibilidade.

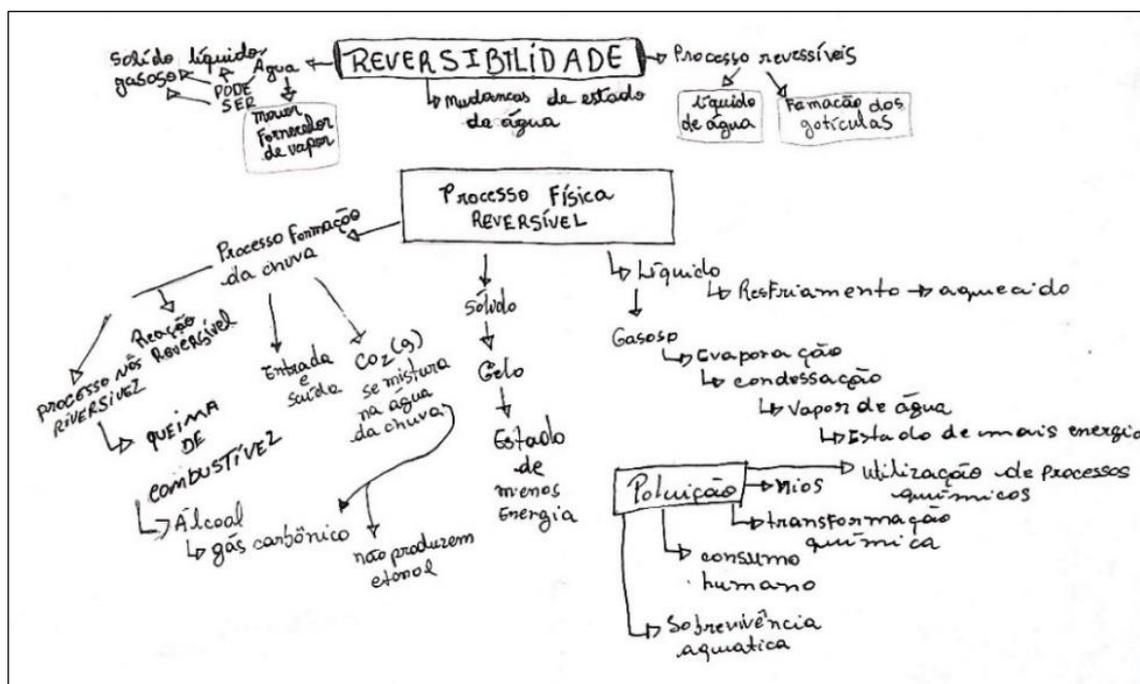


Fonte: aluno A22, escola E5.

O Mapa Conceitual n.º 6 (Figura 6) atingiu apenas 2,0 pontos no somatório das categorias. Verificou-se que o aluno fugiu do conceito que deveria ser desenvolvido na construção do mapa. Visualmente é possível notar que há uma hierarquia na organização das caixas, mas os conceitos estão extensos demais, configurando-se como texto/resumo. Notou-se também a ausência de palavras de ligação e, com isso, as proposições também não foram desenvolvidas.

De modo geral, as informações expostas no mapa abaixo estão corretas, mas a configuração (*layout*) aproximou-se mais de mapas mentais. O Mapa Conceitual n.º 19 (Figura 7) apresentou o conceito básico de reversibilidade, mas as relações entre os conceitos estão confusas. A construção do mapa não apresentou uma quantidade significativa de proposições e, quanto à estética, verificou-se que não apresentou clareza, sendo de difícil leitura (letras muito pequenas e próximas). No que se refere às ligações entre os conceitos, também se observou que estão confusas e de difícil identificação. As demais categorias como hierarquização, diferenciação progressiva e reconciliação também não foram desenvolvidas, nem parcialmente.

Figura 7 - Mapa Conceitual n.º 19 sobre Reversibilidade.

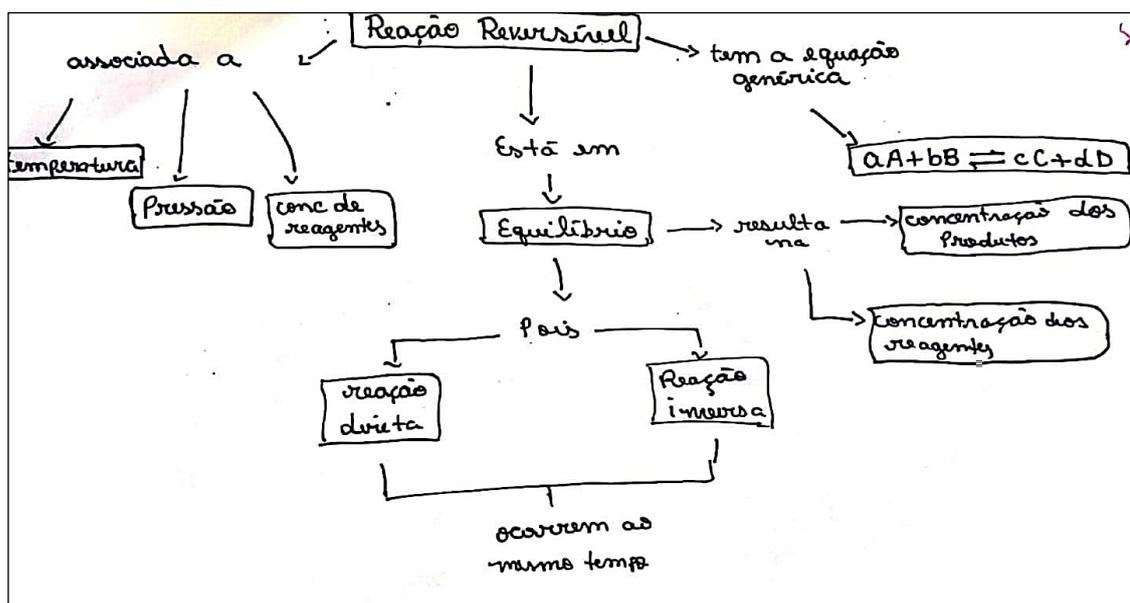


Fonte: aluno A63, A110 e A113, escola E6.

Ao analisar os mapas conceituais que não alcançaram a pontuação mínima satisfatória, observou-se que os estudantes enfrentam dificuldades em estabelecer relações não arbitrarias e substantivas na sua estrutura cognitiva, conforme a teoria de Ausubel. Essas dificuldades podem estar relacionadas aos conhecimentos prévios necessários para a aprendizagem do conceito de reversibilidade, bem como ao material de aprendizagem que não foi potencialmente significativo para eles. Além disso, alguns estudantes não demonstraram disposição em aprender durante as atividades desenvolvidas na SEA.

Com essas estratégias, os alunos poderiam ter maior compreensão sobre como elaborar mapas conceituais e assim desenvolver habilidades que lhes permitam construir conexões mais significativas entre os conceitos, se tivessem recebido feedback mais detalhado sobre os mapas elaborados pelos, destacando as qualidades e sugerindo melhorias.

Figura 8 - Mapa Conceitual n.º 13 sobre Reversibilidade.



Fonte: aluno A54, escola E5.

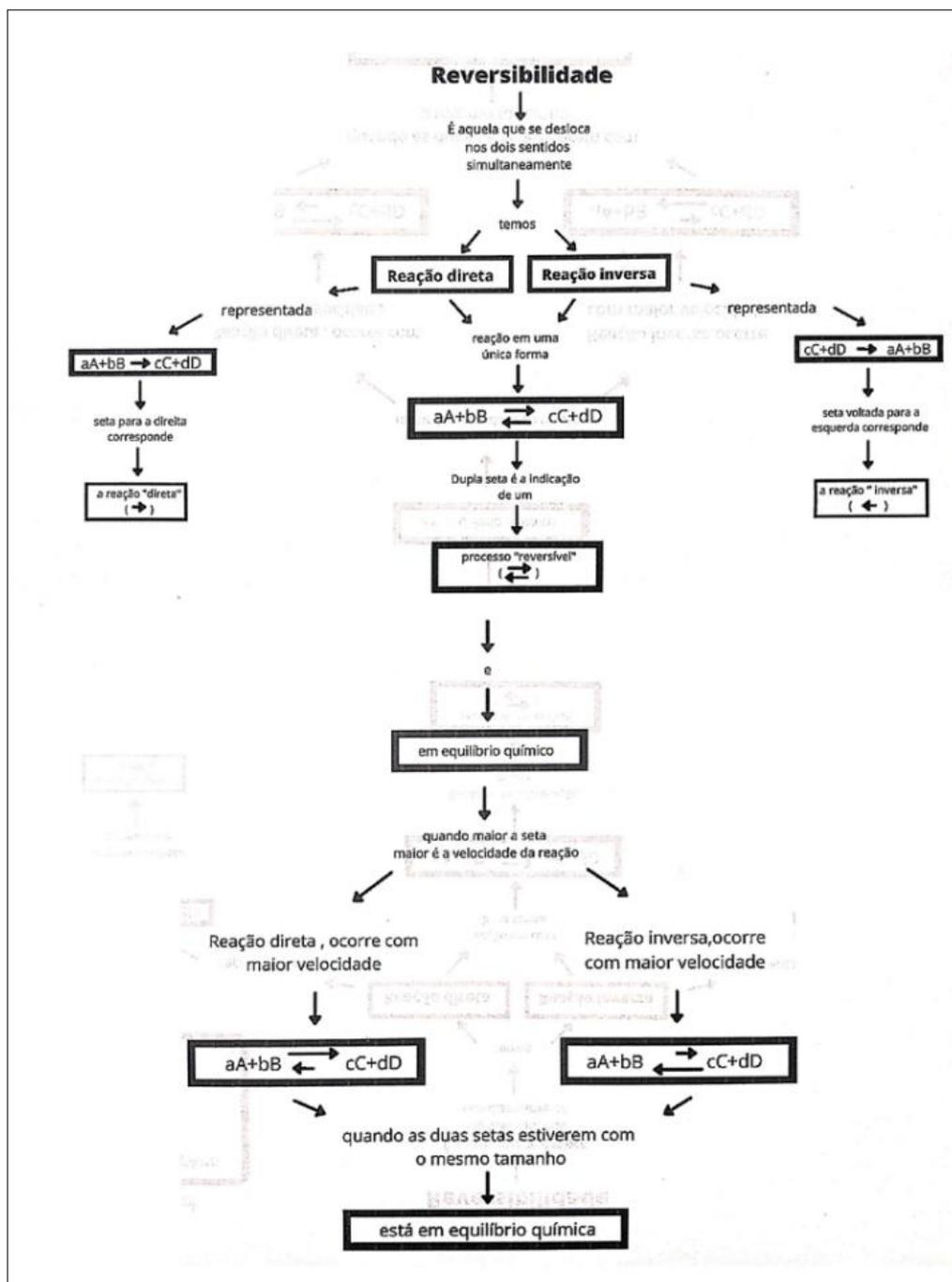
O Mapa Conceitual n.º 13 (Figura 8) atingiu a pontuação 7. Dentre as categorias desenvolvidas, observou-se clareza na elaboração do mapa, proporcionando boa leitura (estética) com os conceitos organizados em caixas e o uso dos conectivos (palavras de ligação) entre os conceitos. Outra categoria desenvolvida no mapa foi a hierarquização (organização dos conceitos).

O Mapa Conceitual n.º 24 atingiu a maior pontuação, destacando-se principalmente pela clareza de leitura. Notou-se que os conceitos estão interligados com conectivos, formando proposições e que há uma ordenação entre os conceitos, ou seja, o mapa apresentou uma boa hierarquização. As categorias “exemplo” e “reconciliação integrativa” não foram atendidas na elaboração do mapa.

Analisou-se, de modo geral, que os estudantes apresentaram um bom desempenho durante a Etapa A. Esse posicionamento baseou-se não apenas no desenvolvimento dos conteúdos conceituais, mas também na participação, interação, disciplina, interesse pelo conteúdo, diálogos, questionamentos durante as aulas etc., que também são muito importantes no processo de aprendizagem.

No começo da aplicação da SEA, notou-se que os estudantes ainda não detinham os estudos sobre soluções, aspectos termoquímicos e cinéticos das reações aprimorados. Embora possuam essa lacuna de aprendizagem, os alunos foram esforçados e participativos durante toda a Etapa A.

Figura 9 - Mapa Conceitual n.º 24 sobre Reversibilidade.



Fonte: alunos A56, A69 e A135, escola E6.

4.3.4.2 Mapas conceituais sobre os Fatores que afetam o Estado de Equilíbrio: Princípio de Le Chatelier

Um total de sete mapas foi elaborado em grupos de dois ou três componentes na modalidade presencial. Os estudantes participantes da modalidade *on-line* não finalizaram as atividades da SEA, logo, não produziram Mapa Conceitual ao final da Etapa B. Dos sete mapas coletados, um total de dois alunos atingiu ou ultrapassou a

média mínima satisfatória, os demais ficaram abaixo da média. Elaborou-se a Tabela 2 seguindo os mesmos critérios de pontuação adotados na Tabela 1.

Tabela 2 - Avaliação dos Mapas Conceituais sobre os Fatores que afetam o Estado de Equilíbrio: Princípio de Le Chatelier (Etapa B).

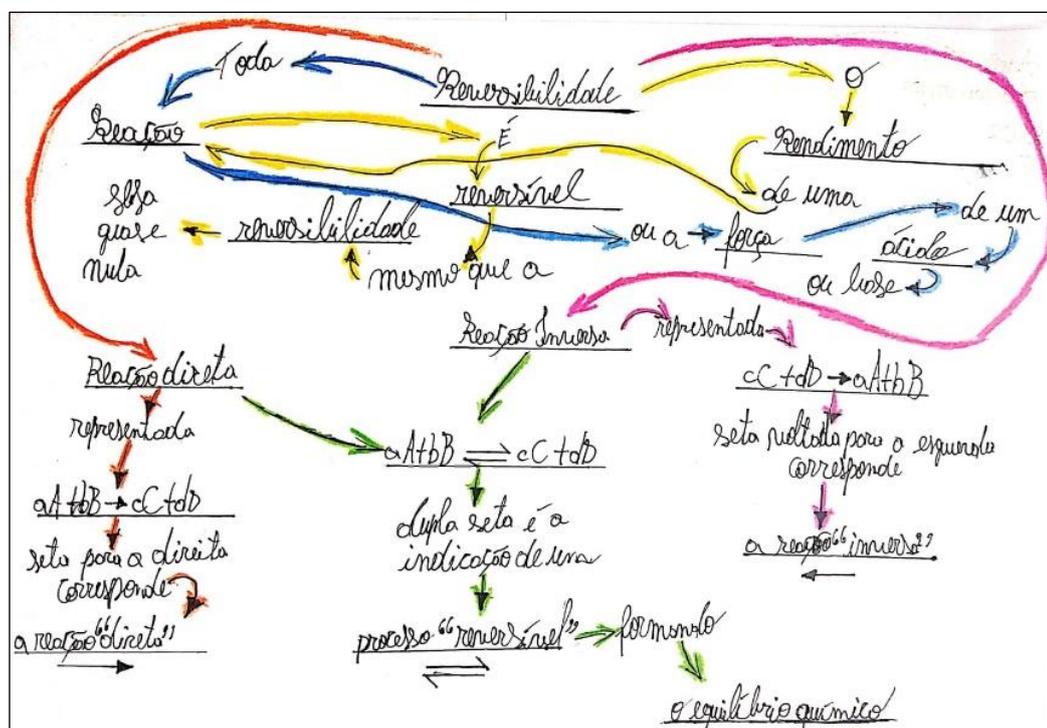
n.º	Aluno	Escola	Categorias										Pontuação
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	A55 e 87	E6	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	1
2	A82 e A95	E6	0,5	0,5	0	0	0	0,5	0	0,5	0	0	2
3	sem ident.	E6	1	1	0,5	0,5	0	0,5	1	1	0,5	0	6
4	A77 e A79	E6	0,5	0,5	0	0	0	0,5	0	0,5	0	0	2
5	A61, A68 e A78	E6	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	5
6	A56, A69 e A135	E6	1	1	1	0,5	0	1	0,5	1	0,5	0	6,5
7	A88, A110 e A112	E6	1	0,5	1	0,5	0	1	0,5	0,5	0,5	0	5,5

Legenda: n.º – número; P – Presencial; OL – On-line.

Fonte: Elaborado pela autora.

O Mapa Conceitual n.º 4 (Figura 10) foi um dos três com menor pontuação. Os principais erros consistiram na ausência de conectivos, proposições e a clareza de leitura do mapa com linhas cruzadas e distantes.

Figura 10 - Mapa Conceitual n.º 4 sobre os Fatores que afetam o Estado de Equilíbrio.



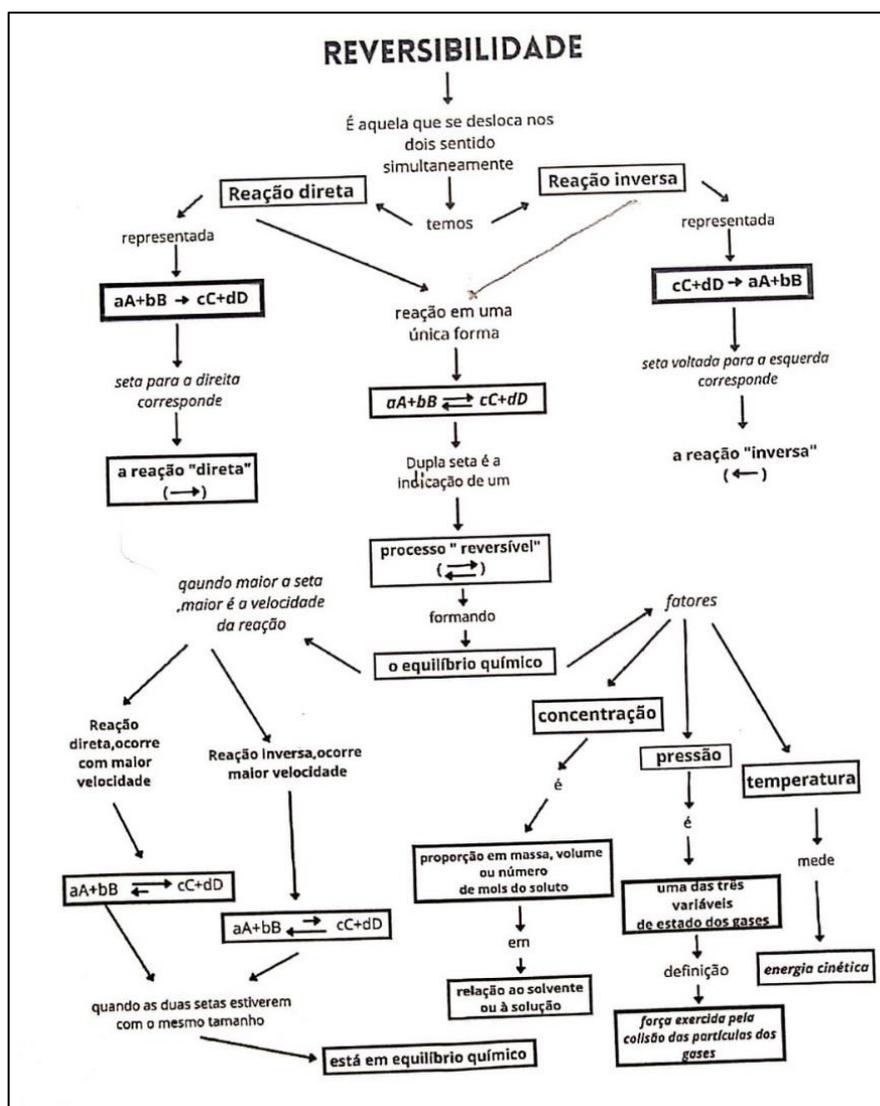
Fonte: alunos 77 e 79, escola E6.

O Mapa Conceitual n.º 7 (Figura 11) apresentou a maior pontuação em comparação aos outros mapas coletados e observou-se que são os mesmos componentes que elaboraram o mapa 24 (Figura 8) na Etapa A. Desse modo, foi possível analisar o progresso dos alunos na inclusão dos novos conceitos desenvolvidos na Etapa B. Verificou-se o uso de conectivos longos que mais se encaixam como frases e não como palavras de ligação, por exemplo, no trecho inicial:

“Reversibilidade → é aquela que se desloca nos dois sentidos simultaneamente → ...”

Considerou-se que os alunos apresentaram dificuldades na construção das proposições e, conseqüentemente, na escolha dos conectivos para que houvesse mais clareza na leitura do mapa.

Figura 11 - Mapa Conceitual n.º 7 sobre os Fatores que afetam o Estado de Equilíbrio.



Fonte: alunos A56, A69 e A135, escola E6.

Quanto à ordenação sucessiva dos conceitos, constatou-se que a categoria foi atendida no mapa. Todos os alunos tiveram cuidado ao inserir os conceitos nos retângulos e ligá-los com linhas nítidas e bem definidas. Como resultado, o mapa apresentou clareza na leitura e foi facilmente compreendido.

É importante destacar que os alunos responsáveis pela elaboração do mapa 7 demonstraram excelente participação durante o desenvolvimento da SEA, o que reflete uma predisposição em aprender, um dos critérios apontados por Ausubel em sua Teoria de Aprendizagem. Apesar de terem apresentado erros na elaboração dos mapas ou déficit em conteúdos prévios, o processo como um todo proporcionou importantes momentos de aprendizagem. A análise subsequente da SEA revelou as opiniões manifestadas pelos estudantes sobre as metodologias ativas utilizadas.

4.4 Análise da SEA baseada em Metodologias Ativas

A SEA foi organizada em duas etapas, que se referem aos conteúdos conceituais: reversibilidade; reações químicas reversíveis; equilíbrio químico; fatores que afetam o estado de equilíbrio. As atividades foram elaboradas considerando as metodologias Sala de Aula Invertida, Experimentação demonstrativa-investigativa e a Aprendizagem em Pares, uma vez que compreender o equilíbrio químico requer mobilizar diferentes níveis de cognição para que os objetivos de aprendizagem sejam atingidos.

4.4.1 Sala de Aula Invertida

A aplicação da Sala de Aula Invertida deu-se em quatro momentos: (1) Explicação de como funciona a Sala de Aula Invertida; (2) Entrega do material de aprendizagem (vídeo elaborado pela autora) sobre a temática Ciclo da Água; (3) Questões norteadoras para ajudar na discussão sobre o vídeo; (4) Preenchimento da Folha de Atividades 1.

Considerando as pesquisas sobre a Sala de Aula Invertida, o tema "Água" foi escolhido para resgatar conhecimentos prévios, como a diferença entre os processos físicos e químicos, explicar o conceito de reversibilidade a partir das mudanças no estado de agregação da água, e introduzir novos conceitos, como ciclo dinâmico

estático e ciclo dinâmico reversível. Tanto na modalidade on-line quanto na presencial, foi garantido aos estudantes o mesmo material de aprendizagem. Ao final da atividade (Folha de Atividades 1 – Apêndice 4), os estudantes da modalidade presencial manifestaram suas opiniões sobre o material de aprendizagem através de nove afirmações, sendo-lhes permitido marcar mais de uma opção de resposta. Um total de 74 alunos respondeu à atividade. O material de aprendizagem, um vídeo que obteve a função pedagógica de organizador prévio, foi avaliado positivamente pelos estudantes.

Quadro 27 - Respostas mais frequentes quanto a metodologia Sala de Aula Invertida.

Respostas	Qtd.
Dá para assistir mais de uma vez, além disso, posso pausar e fazer anotações com calma e tirar dúvidas com o professor na aula presencial.	41
Permite que eu escolha o momento e hora mais oportuna no meu dia para assistir o conteúdo da aula.	41
Disponibiliza a quantidade de informações necessárias para que eu possa me empenhar de fato na apreensão dos conceitos importantes.	39
Estão mais comuns atualmente, gosto das aulas gravadas, mas não quero substituir a sala de aula presencial por cursos on-line.	27
Disponibiliza poucas informações sobre o assunto, poderia aprofundar mais.	5
Não gostei muito, acho que aprendo melhor quando estou em sala de aula com o professor.	4

Legenda: Qtd. – Quantidade.

Fonte: Elaborado pela autora.

O uso da metodologia de Sala de Aula Invertida mostrou-se extremamente eficaz na SEA, possibilitando aos estudantes o resgate de conhecimentos prévios, a introdução de novos conceitos e a compreensão dos conteúdos abordados. Além disso, o material de aprendizagem apresentado (vídeo elaborado pela autora) atuou como um organizador prévio, facilitando a compreensão dos estudantes e auxiliando na construção dos mapas conceituais.

A possibilidade de resposta aos questionários também demonstrou a eficácia da metodologia ativa utilizada, uma vez que os alunos foram capazes de avaliar criticamente o processo de aprendizagem, identificando pontos positivos e negativos. Isso indica que as metodologias ativas podem não apenas melhorar o desempenho dos alunos, mas também incentivá-los a se envolver mais ativamente no processo de aprendizagem e avaliação.

Os estudantes deram um feedback positivo sobre a Sala de Aula Invertida, destacando em suas respostas a possibilidade de assistir ao conteúdo mais de uma

vez, fazer anotações com calma e tirar dúvidas com o professor na aula presencial. Além disso, apontaram que a metodologia permite escolher o momento mais oportuno para assistir às aulas, como evidenciado pelas 41 marcações em cada uma dessas afirmações. Essas percepções estão em linha com as pesquisas realizadas por Eichler e Peeples (2015), Seery (2015), Reid (2016), Gregoriusa (2017), Srinivasan et al. (2018), Sant’Ana e Castro (2019), Bergmann e Sams (2020) sobre a efetividade da Sala de Aula Invertida como uma estratégia de ensino-aprendizagem.

Um total de cinco estudantes considerou que a videoaula introdutória “disponibiliza poucas informações sobre o assunto, poderia aprofundar mais” e um total de quatro estudantes marcou como resposta “Não gostei muito, acho que aprendo melhor quando estou em sala de aula com o professor”. A videoaula sobre o Ciclo da Água possui 19 minutos e 29 segundos de gravação, um tempo considerado moderado para compartilhar as informações necessárias para que o aluno pudesse responder sozinho a folha de atividades. Considerou-se que, caso a videoaula fosse mais extensa, poderia ser cansativa e não despertar o interesse do estudante em assistir todo o conteúdo.

Os estudantes que afirmaram que aprendem melhor com a ajuda do professor geralmente apresentam dificuldades em estudar sozinhos ou não possuem os recursos tecnológicos adequados para acessar os materiais de aprendizagem disponibilizados. Embora tenham sido identificadas algumas limitações na aplicação da Sala de Aula Invertida, a principal delas foi a falta de tempo para explorar as discussões com os estudantes, tanto na modalidade on-line quanto na presencial.

Considerando as pesquisas sobre a Sala de Aula Invertida, na modalidade on-line, embora os estudantes tivessem mais tempo e espaço para dialogar uns com os outros, não é possível afirmar com precisão se ocorreram diálogos sem a supervisão da professora. Na modalidade presencial, o tempo foi limitado, já que a discussão não poderia ultrapassar o tempo normal da aula na escola, de apenas 45 minutos.

A atividade precisou ser ajustada ao cenário de aplicação, mas é possível que, com mais tempo, pudesse ser ainda mais explorada para esclarecer dúvidas, realizar as questões norteadoras com mais calma, trocar conhecimento com outros colegas e, assim, promover uma aprendizagem mais significativa.

4.4.2 Experimentação Demonstrativa-Investigativa

A **experimentação demonstrativa-investigativa**, realizada na etapa A, com o experimento “A garrafa azul”, buscou discutir o conceito de reversibilidade na reação química de oxirredução entre o azul de metileno e o leucometileno, tendo a frase “Por que a cor vai e volta?” como questionamento norteador. A Folha de Atividades 2 foi entregue aos estudantes para ser resolvida durante a realização do experimento e, no fim da folha, os estudantes avaliaram a metodologia utilizada (Quadro 28) e cada um poderia marcar mais de uma opção de resposta a partir de um conjunto de oito afirmativas “para você, realizar essa atividade...”.

Quadro 28 - Respostas mais frequentes quanto a experimentação demonstrativa-investigativa (A garrafa azul).

Respostas	Qtd.
Foi interessante, porque percebi que a atividade tem relação com a forma que os Químicos trabalham.	58
Facilitou a aprendizagem, pois com a aula experimental o entendimento de conteúdos químicos fica mais simples e interessante.	54
Me fez gostar um pouco de química, mas ainda tenho dificuldades em entender os conteúdos dessa disciplina.	31
Foi interessante pois os alunos tinham oportunidade para falar e tirar dúvidas durante a aula.	23
Chamou mais a minha atenção do que a explicação na sala de aula, mas tive dificuldade em explicar a reação que aconteceu na garrafa.	22
Chamou mais a minha atenção do que a explicação na sala de aula, mas tive dificuldade em explicar a reação que aconteceu na garrafa.	21
Foi muito boa, mas seria mais legal se os alunos pudessem realizar sozinhos, assim aprendemos na prática de verdade.	19
Foi um pouco difícil, pois nunca tinha participado de uma aula experimental na escola, fiquei confuso (a) em como responder as questões.	11

Legenda: Qtd. – Quantidade.

Fonte: Elaborado pela autora.

As respostas mais recorrentes dos estudantes foram: “percebi que a atividade tem relação com a forma que os Químicos trabalham”, com 58 marcações, e “a aula experimental facilitou a aprendizagem, tornando os conteúdos químicos mais simples e interessantes”, com 54 marcações. Apesar disso, outras respostas indicaram que os estudantes ainda apresentam dificuldades em compreender a reversibilidade das reações químicas, o que pode estar relacionado à falta de conhecimentos prévios, identificada no teste conceitual.

Um total de 19 estudantes manifestaram que a atividade “foi muito boa, mas seria mais legal se os alunos pudessem realizar sozinhos, assim aprendemos na prática de verdade”. Considerou-se, então, que possuem interesse em participar da

aula, ou seja, apresentaram uma postura ativa que é muito importante no processo de aprendizagem.

Na modalidade presencial, os estudantes foram mais envolvidos na atividades, pois obtiveram a oportunidade de olhar o conteúdo da garrafa de perto, porém, na modalidade *on-line*, essa percepção não foi possível, porque a experimentação foi compartilhada em formato de videoaula. E um total de 11 estudantes considerou que a atividade “foi um pouco difícil, pois nunca tinha participado de uma aula experimental na escola, fiquei confuso (a) em como responder as questões”.

A **atividade experimental** realizada na etapa B foi planejada para ser de caráter investigativo, mas precisou ser adaptada por dois motivos: (1) na modalidade *on-line*, os alunos participantes não deram continuidade ao curso; (2) na modalidade presencial, a atividade precisou ser realizada no tempo regular de aula, com apenas 45 minutos. Então, para otimizar a aplicação, o experimento precisou ser adaptado para experimentação demonstrativa-investigativa, mas alguns estudantes foram convidados a auxiliar na realização do experimento.

O Quadro 29 apresenta as quatro respostas mais frequentes apresentadas apenas pelos participantes do curso presencial, onde cada estudante poderia marcar mais de uma opção de resposta a partir de um conjunto de sete afirmativas “para você, realizar essa atividade...”.

Quadro 29 - Respostas mais frequentes quanto a experimentação demonstrativa-investigativa (O efeito da temperatura no estado de equilíbrio).

Respostas	Qtd.
Gostei muito! Realizar a prática me ajudou a gostar da disciplina e assim me esforcei mais para entender o conteúdo. Percebi que não é tão difícil como parece.	14
Foi um desafio realizar a atividade, pois a professora deu mais liberdade para a gente. Mas eu gostei, pois vi que sou capaz de realizar o experimento e consegui compreender o conteúdo.	14
Foi muito interessante, principalmente pela discussão do conteúdo entre os alunos para elaborar as conclusões. A gente aprende a dialogar e entrar em consenso para propor a melhor resposta.	15
Desperta o interesse pela disciplina, pois é mais interessante que a aula que só a professora fala. Nessa aula, além de participar e trocar ideias com os outros colegas, a professora ainda deixou a gente fazer o experimento.	15
Achei um pouco difícil, porque não tenho prática em realizar um experimento com tanta autonomia assim, mas eu gostei da aula.	1
Foi difícil realizar a atividade, precisei da ajuda da professora em muitos momentos. Com mais aulas assim eu me sentiria mais seguro (a).	1

Legenda: Qtd. – Quantidade.

Fonte: Elaborado pela autora.

De modo geral, a atividade de experimentação investigativa foi bem avaliada pelos estudantes. No entanto, foi observado que apenas um pequeno grupo de dois

componentes não acompanhou regularmente as atividades da SEA e, como resultado, apresentou dificuldades na resolução da Folha de Atividades 4. É importante destacar que o engajamento e a participação regular dos estudantes são fundamentais para o sucesso da abordagem de experimentação investigativa e, conseqüentemente, para a aprendizagem significativa de conceitos científicos.

A experimentação investigativa proporcionou uma oportunidade para que os estudantes aprendessem de forma mais ativa e participativa, construindo seus próprios conhecimentos a partir da realização de experimentos e investigações. Além disso, esse tipo de abordagem metodológica pode ajudar a promover a compreensão de conceitos científicos de forma mais concreta e significativa, uma vez que os estudantes podem observar diretamente as transformações e mudanças ocorridas nos experimentos. A experimentação investigativa também pode ajudar a desenvolver habilidades como a observação, o registro de dados, a análise de resultados e a elaboração de hipóteses, contribuindo para uma formação mais completa e integrada dos estudantes em relação à ciência.

4.4.3 Aprendizagem em Pares (*Peer Instruction*)

Os estudantes foram primeiramente instruídos sobre a metodologia Aprendizagem em Pares e, em seguida, foram distribuídas as Folhas de Atividade 3 para que respondessem enquanto assistiam o vídeo do Canal Ponto Ciência da UFMG sobre o efeito da concentração no estado de equilíbrio (link: [acesse.one/E100R](https://www.youtube.com/watch?v=acesse.one/E100R)). Após responder as questões sobre o conteúdo abordado no vídeo, foi solicitado que manifestassem suas opiniões sobre atividade – “Para você, realizar essa atividade...” – a partir de um conjunto de sete afirmativas, em que cada estudante poderia marcar mais de uma opção de resposta. O Quadro 30 apresenta as respostas mais frequentes sobre esta atividade.

Quadro 30 - Respostas mais frequentes quanto a Aprendizagem em Pares.

Respostas	Qtd.
Muito bom. O vídeo é interessante e bem curtinho, podemos assistir várias vezes. O vídeo ajuda a entender melhor as reações químicas.	41
Me ajudou a entender o conteúdo de verdade, pois além do vídeo, a professora ainda abriu espaço na aula para dialogar com os colegas e assim foi mais fácil entender.	27
Foi interessante, pois mesmo com dificuldade de responder as questões usando os termos químicos certos, eu consigo entender a reação que foi apresentada no vídeo.	26

Foi interessante, pois mesmo com dificuldade de responder as questões usando os termos químicos certos, eu consigo entender a reação que foi apresentada no vídeo.	24
Me ajudou a entender o conteúdo de verdade, pois além do vídeo, a professora ainda abriu espaço na aula para dialogar com os colegas e assim foi mais fácil entender.	23
É mais interessante que as aulas que só tem fórmulas e cálculos, mas ainda tenho dificuldade em entender o conteúdo de química.	19
Ajudou a entender o conteúdo que a professora quer explicar, pois os materiais são mais conhecidos e a gente pode realizar em casa e sozinhos também.	18

Legenda: Qtd. – Quantidade.

Fonte: Elaborado pela autora.

Na aula seguinte, foram utilizadas tirinhas para explicar o efeito da concentração, da pressão e da temperatura na alteração do estado de equilíbrio das reações (link: l1nk.dev/ctyXS). Nesta atividade, foi dada uma atenção especial à explicação do *Princípio de Le Chatelier*, para evitar o desenvolvimento de concepções alternativas evidenciadas nas pesquisas de Quílez (2004), Raviolo e Aznar (2005), Carobin e Serrano (2007), Silva e Amaral (2017), Teixeira Junior e Silva (2017).

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusões

Em relação às estratégias de ensino e aprendizagem, os estudantes perceberam que a sua participação ativa nas aulas é essencial para um processo de aprendizagem eficaz. Eles valorizaram atividades como exposição de ideias, opiniões, questionamentos, debates, aulas experimentais e seminários como formas importantes de aprendizado ativo. Isso sugere que os estudantes estão interessados em serem participantes ativos no processo de aprendizagem, e que valorizam a oportunidade de interagir com seus colegas e professores durante as aulas.

Foi observado que os estudantes consideraram crucial ter acesso, utilizar e dominar tecnologias durante as aulas de Química. Com a pandemia, as habilidades em informática, aparelhos eletrônicos e plataformas digitais em geral se tornaram ainda mais importantes, visto que têm impacto direto no processo de ensino e aprendizagem. As dificuldades de aprendizagem identificadas estavam relacionadas às atividades que exigiam principalmente o uso de tecnologias.

Foram identificadas dificuldades de aprendizagem a partir do Teste Conceitual, tais como: (1) reconhecer evidências de ocorrência de uma reação química, como distinguir o fenômeno físico do químico e identificar os fatores que afetam a velocidade das reações químicas; e (2) compreender o estado de equilíbrio, ou seja, reconhecer a reversibilidade das reações químicas e entender o estado de equilíbrio relacionado com o metabolismo humano ou ciclos biogeoquímicos.

Embora tenham sido identificadas dificuldades de aprendizagem, observou-se um alto nível de engajamento dos estudantes nas atividades propostas, especialmente durante a Etapa A em ambas as modalidades de aplicação. Além disso, foi notado que as atividades despertaram o interesse dos alunos pela disciplina, o que é considerado um fator importante para a aprendizagem, de acordo com a Teoria de Aprendizagem de Ausubel e as Metodologias Ativas adotadas.

Verificou-se que, a partir da aplicação da SEA, os estudantes tiveram êxito em compreender o conceito de reversibilidade em processos físicos, no entanto, apresentaram dificuldades em assimilar reações químicas reversíveis. Essas dificuldades podem ser atribuídas à falta de conhecimento prévio em relação às reações químicas, o que inclui a falta de compreensão das fórmulas e nomenclaturas

das substâncias químicas. Consequentemente, os estudantes encontram dificuldades em entender como as reações químicas ocorrem.

As mesmas dificuldades foram observadas em outras atividades que requeriam conhecimentos mais específicos em Química. Embora os alunos estivessem engajados, principalmente nas atividades experimentais, encontraram dificuldades ao resolver as folhas de atividades. Em várias respostas, percebeu-se que os alunos estabeleceram conexões com os aspectos reversíveis dos processos físicos, ou seja, eles utilizaram os termos que conheciam ou que eram mais familiares para explicar a reversibilidade nos processos químicos.

Os resultados da SEA revelaram que os estudantes conseguiram desenvolver uma compreensão mais específica sobre os fatores que afetam o estado de equilíbrio químico, especialmente o princípio de Le Chatelier. Durante as atividades, os alunos começaram a utilizar termos mais técnicos da Química, como dissolução e acidez, demonstrando uma apropriação do vocabulário científico. Além disso, verificou-se que a Aprendizagem em Pares, combinada com a utilização de histórias em quadrinhos para discutir o efeito da pressão e temperatura no estado de equilíbrio, foi mais eficaz para o aprendizado do que o vídeo do canal Ponto Ciência. Isso pode ser explicado pela proximidade das situações apresentadas nas histórias em quadrinhos com a realidade dos alunos, o que contribui para a criação de um ambiente mais acolhedor e motivador para o aprendizado.

Foi constatado que os estudantes tiveram um bom desempenho na construção de Mapas Conceituais, especialmente durante a Etapa A, que foi a primeira vez que eles utilizaram esse recurso. No entanto, diante das dificuldades identificadas, percebeu-se que é importante apresentar modelos de referência sobre o mesmo conteúdo, como mapas conceituais sobre reversibilidade e fatores que afetam o estado de equilíbrio, para facilitar a compreensão dos conceitos básicos e ajudar os alunos a organizarem os conteúdos de forma mais eficiente, partindo de conceitos gerais para conceitos mais específicos. Durante as atividades, foram apresentados mapas conceituais sobre outros conteúdos, a fim de exemplificar o layout e a organização hierárquica dos conceitos e palavras de ligação.

Compreende-se que a aprendizagem efetiva depende não apenas do material de aprendizagem, mas também da interação entre o estudante e o conteúdo. É importante que o material de aprendizagem seja capaz de estimular a reflexão e promover uma abordagem ativa e significativa do aluno em relação ao conteúdo. Além

disso, é fundamental que o material forneça conhecimentos relevantes e úteis que possibilitem ao estudante participar de forma crítica e ativa na sociedade.

5.2 Considerações Finais

É muito importante destacar que as metodologias ativas podem contribuir significativamente para o processo de ensino-aprendizagem, pois promovem uma aprendizagem mais ativa, participativa e colaborativa. Além disso, elas podem ser adaptadas para diferentes realidades e contextos, permitindo uma maior flexibilidade no processo de ensino.

A pandemia de covid-19 trouxe diversos desafios para a educação, mas também mostrou a importância de buscar novas estratégias e metodologias que possam se adaptar às necessidades dos estudantes. Nesse sentido, as Metodologias Ativas podem ser uma alternativa eficaz para a promoção da aprendizagem, mesmo em um contexto de ensino remoto ou híbrido.

Por fim, é importante ressaltar que a adoção das Metodologias Ativas requer uma mudança de postura por parte dos educadores, que devem assumir um papel mais facilitador e orientador, ao invés de serem os únicos responsáveis pela transmissão do conhecimento. Assim, é necessário investir em formação e capacitação dos professores para que possam utilizar essas metodologias de forma eficaz.

Com certeza, a SEA apresenta potencial para contribuir não só com a melhoria do ensino e aprendizagem da Química, mas também para promover a formação integral dos estudantes, desenvolvendo suas habilidades socioemocionais e preparando-os para os desafios da vida em sociedade. A utilização das Metodologias Ativas e a preocupação em seguir as competências e habilidades propostas pela BNCC são importantes passos nessa direção, pois possibilitam uma educação mais significativa e contextualizada, que considera as especificidades dos alunos e do ambiente escolar.

Com certeza, a utilização de entrevistas em pequenos grupos é uma excelente estratégia para avaliar a aprendizagem dos alunos, uma vez que permite que eles expressem suas ideias de forma mais clara e elaborada. Além disso, a imersão dos estudantes no uso de tecnologias é uma tendência cada vez mais presente no processo educacional, especialmente neste contexto de pandemia. No entanto, é

importante que essa imersão seja gradual e acompanhada de uma formação adequada para os professores e alunos, para que se possa obter o máximo benefício dessa abordagem. É importante que os alunos desenvolvam habilidades não apenas no uso das tecnologias, mas também na análise crítica das informações encontradas na internet e na utilização das tecnologias como ferramentas de aprendizagem ativa e colaborativa.

É importante ressaltar que o acompanhamento presencial pode ser bastante eficaz para a aprendizagem, principalmente para alunos que apresentam mais dificuldades em compreender o conteúdo. No entanto, é importante considerar que o ensino a distância também tem suas vantagens, como a possibilidade de flexibilidade de horários e locais de estudo, além de proporcionar uma maior autonomia e responsabilidade por parte dos alunos em relação à sua própria aprendizagem. Dessa forma, acredita-se que a combinação de estratégias de ensino presencial e a distância pode ser uma opção viável para atender às diferentes necessidades e perfis de aprendizagem dos alunos.

Com base nos resultados obtidos na SEA, pode-se afirmar que a utilização de metodologias ativas aliada a um material didático bem elaborado e adaptado às competências e habilidades da BNCC pode ser uma estratégia efetiva para a promoção da aprendizagem significativa e colaborativa. No entanto, é importante destacar que a formação dos professores e a disponibilidade de recursos tecnológicos são fatores cruciais para o sucesso desse tipo de abordagem educacional. Portanto, investir na capacitação dos docentes e na infraestrutura das escolas pode contribuir significativamente para a melhoria da qualidade da educação no país.

Uma proposta interessante para pesquisas futuras seria avaliar a transferência de aprendizagem dos estudantes que participaram da SEA para outras áreas do conhecimento, como por exemplo, a Química Orgânica ou a Física. Além disso, seria relevante investigar como a metodologia ativa pode ser aplicada em diferentes níveis de ensino, desde o Ensino Fundamental até o Ensino Superior. Outra possibilidade seria a adaptação da SEA para outros contextos educacionais, como escolas rurais ou em regiões com baixo índice de desenvolvimento humano, a fim de avaliar sua efetividade em diferentes realidades sociais e culturais.

REFERÊNCIAS

ALVES, Handerson Rodrigo; RIBEIRO, Marcel Thiago Damasceno. Uma Proposta de Sequência Didática para o Ensino de Soluções. **Revista REAMEC**, v. 8, n. 1, p. 303-323, 2020. DOI: 10.26571/reamec.v8i1.9748.

ARAÚJO, Renata Bernardo. **Aprendizagem de conceitos de Equilíbrio Químico em Solução Aquosa no contexto de um curso de graduação em Química**. 2018. 135f. Tese (Doutorado em Ciência; Área: Química) – Faculdade de Ciências, Filosofia e Letras, Programa Pós-Graduação em Química, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto – SP, 2018.

AUSUBEL, David Paul, NOVAK, Joseph Donald, HANESIAN, Helen. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1986.

BACICH, Lilian; MORAN, José. 2018. **Metodologias Ativas para uma educação inovadora: Uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre, 2018.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Seminário: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25 – 40, jan./jun. 2011.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de Aula Invertida: Uma metodologia ativa de aprendizagem**. Tradução Afonso Celso da Cunha Serra. 1. Ed. – [Reimpr.]. – Rio de Janeiro: LTC, 2020.

BERNARDES, Thaygra Severo; ANJOS, Juliana Rodrigues dos; ROSA, Cristian Eduardo da; ANDRADE NETO, Agostinho Serrano de. O uso combinado das metodologias Just-In-Time Teaching e Peer Instruction no Ensino Médio: Uma Proposta para o Ensino de Soluções. **Seminário Internacional de Educação, Tecnologia e Sociedade: Ensino Híbrido**, de 12 a 18 de Novembro de 2019.

BELMONT, Rachel Saraiva; MAXIMO-PEREIRA, Marta; LEMOS, Evelyse dos Santos. Integrando física e educação física em uma atividade investigativa na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa. **Experiências em Ensino de Ciência**, v.11, n. 2, p. 124 – 135, 2016.

BENEDICTO, Erik Ceschini Panighel. O caso do esmalte e do isopor: contribuições às atividades investigativas no ensino de química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, p. 243 – 251, 2017.

BOOTHE; J. R.; BARNARD, R. A.; PETERSON, L. J.; COPPOLA, B. P. The relationship between subject matter knowledge and teaching effectiveness of undergraduate chemistry peer facilitators. **Chemistry Education Research and Practice**, 2017. DOI: 10.1039/c7rp00171a.

BORGES, Bruna; DEBON, Débora; MARTINS, Tânia. Matematicando: Brincando e Aprendendo com o Sistema de Numeral Decimal. In: **Aprendizagem ativa: Desafios para uma educação disruptiva**. 1.ed, vol. II. Caxias do Sul, 2017. p. 67 – 75.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Matriz de referência de ciências da natureza do SAEB**. Brasília, DF: INEP, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec. **PCN + Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Sistema de Avaliação da Educação Básica. **Documentos de Referência** (Versão 1.0). Brasília, DF: INEP, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Matrizes de Referência**. Brasília: MEC, 2015. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/matriz-de-referencia>>. Acesso em: 15 de Novembro de 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit e.pdf.

BROMAN, Karolina; PARCHMANN, Ilka. Students' application of chemical concepts when solving chemistry problems in different contexts. **Chemistry Education Research and Practice**, 2014.

BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química: a ciência central**. 9. ed. Prentice-Hall, 2005.

BUENO FILHO, Marco Antonio; LOPES, Edson Cassius Duarte. Aspectos da Aprendizagem sobre Equilíbrio Químico em diferentes níveis de cognição. **Educación Química**, v. 32, n. 3, p. 157 – 170, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.3.76636>

CARDELLINI, Liberato. Ionic Equilibrium Calculations: A Problem-Solving Approach. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 1, n. 1, p. 151 – 160, 2000.

CAROBIN, Claudia; SERRANO, Agostinho. Uma revisão das concepções alternativas em Equilíbrio Químico dentro do enfoque dos diferentes níveis de representação. **Acta Scientiae**, v. 9, n. 2, p. 131 – 143, 2007.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765 – 794, dez. 2018.

CARDOSO, Milena Jansen Cutrim; SCARPA, Daniela Lopes. Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma Ferramenta de Análise de Propostas de Ensino Investigativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1025 – 1059, dez., 2018.

CASTRO, Matheus Campos de; SIRAQUE, Mateus; TONIN, Lilian Tatiani Dusman. Aprendizagem significativa no ensino de cinética química através de uma oficina problematizadora. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 2, n. 3, p. 151 – 167, out./dez. 2017.

COSTA, Sueli; ZANCUL, Mariana de Senzi. Metodologias Ativas de Aprendizagem para o Ensino de Ciências: possibilidades e limitações no debate do tema saúde. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 12., 2019. Natal. **Anais [...]**. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 25 a 28 de junho de 2019.

COSTA BEBER, Silvia Zamberlan; KUNZLER, Kathia Regina; LAZARINO, Simone. Avaliação da Aprendizagem dos Conceitos de Equilíbrio Químico em uma UEPS utilizando Multimetodologias. **Revista Dynamis**, v. 25, n. 3, p. 99-114, nov. 2019. ISSN 1982-4866. DOI: <http://dx.doi.org/10.7867/1982-4866.2019v25n3p99-114>.

CRESWELL, John W. **Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2.ed. Tradução de Luciana de Oliveira da Rocha. Porto Alegre – RS, 2007.

CRESWELL, John W.; CLARK, Vicki L. Plano. **Pesquisa de Métodos Mistos**. 2. ed. Tradução Magda França Lopes. Porto Alegre – RS, 2013.

DAL-FARRA, Rossano André; LOPES, Paulo Tadeu Campos. Métodos Mistos de Pesquisa em Educação: Pressupostos Teóricos. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 24, n. 3, p. 67 – 80, set./dez. 2013.

DHINDSA, Harkirat S.; TREAGUST, David F. Prospective Pedagogy for Teaching Chemical Bonding for Smart and Sustainable Searning. **Chemistry Education Research and Practice**, 2014.

DUMONT, Luisa Moraes; CARVALHO, Regina Simplício; NEVES, Álvaro J. M. O Peer Instruction como Proposta de Metodologia Ativa no Ensino de Química. **Journal of Chemical Engineering and Chemistry**. v. 2, n. 3, p. 107 – 131, 2016.

EICHLER, Jack F.; PEEPLES, Junelyn. Flipped Classroom Modules for Large Enrollment General Chemistry Courses: A Low Barrier Approach to Increase Active Learning and Improve Student Grades. **Chemistry Education Research and Practice**, 2015. DOI: 10.1039/c5rp00159e.

FACIN, Franciele; GARCIA, Isabel Krey. Proposta de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre temperatura. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 7 n. 2, p. 18-28, 2017.

FAERMAM, Lindamar Alves. Pesquisa participante: suas contribuições no âmbito das ciências sociais. **Revista Ciências Humanas**, UNITAU, v. 7, n.1, p. 41-56, 2014.

FARIAS, Alexandre Fagundes; VAZ, Arnaldo de Moura. Engajamento Cognitivo na Física em Função de Condutas dos Alunos Durante Investigação em Grupo. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa – ENPEC e I Congresso Iberoamericano de Investigación em Enseñanza de las Ciencias – CIEC**, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 5 e 9 de dezembro, 2011.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. Dualidade Argumentativa: Os produtos da argumentação em aulas investigativas. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**, Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.

FREITAS, Aline Carvalho de; ROCHA, João Batista Teixeira da. A importância da temática água no ensino médio: uma proposta envolvendo a aprendizagem significativa. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 8 n. 1, p. 38-48, 2018.

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química: ensino médio / Martha Reis**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

GASTARDELLI, Gustavo. **Aprendizagem ativa: Desafios para uma educação disruptiva**. 1.ed. Caxias do Sul, 2017. v 2.

GIORDAN, Marcelo; GUIMARÃES, Yara A. F.; MASSI, Luciana Massi. Uma Análise das Abordagens Investigativas de Trabalhos sobre Sequências Didáticas: Tendências no Ensino de Ciências. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa – ENPEC e I Congresso Iberoamericano de Investigación em Enseñanza de las Ciencias – CIEC**, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 5 e 9 de dezembro, 2011.

GÓIS, Crislaine Barreto de; BARRETO, Wédson da Silva; LIMA, Kaaly Rayane Mendonça de; BOMFIM, Miguel Juracy; WARTHA, Edson José. A Construção de Sequências de Ensino e Aprendizagem e o Processo de Formação Inicial e Continuada de Professores de Química. **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)**, Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho de 2012.

GREGORIUSA, R. Ma. Performance of Underprepared Students in Traditional versus Animation-based Flipped-Classroom Settings. **Chemistry Education Research and Practice**, 2017. DOI: 10.1039/x0xx00000x

GÜNTHER, Hartmut. **Como Elaborar um Questionário. Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais.** Brasília, DF: UnB, n. 1, 2003.

JOHNSTONE, Alex H.; OTIS, Kevin H. Concept mapping in problem based learning: a cautionary tale. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 7, n. 2, p. 84 – 95, 2006.

KELLY, Orla C.; FINLAYSONA Odilla E. Providing solutions through problem-based learning for the undergraduate 1st year chemistry laboratory. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 8, n. 3, p. 347 – 361, 2007.

KLEIN, Marjuna Édita Zimmer; PINO, José Cláudio Del. O ensino e a aprendizagem de matrizes tendo como fundamentação teórica a teoria da aprendizagem significativa. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 7 n. 3, p. 60-81, 2017.

LEMOS, Evelyse dos Santos. A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 1 n. 1, p. 25-35, 2011.

LEMOS, Evelyse dos Santos. MOREIRA, Marco Antônio. A avaliação da aprendizagem significativa em biologia: um exemplo com a disciplina embriologia. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 1 n. 2, p. 15-26, 2011.

LIMA, José Ossian Gadelha de. Do período colonial aos nossos dias: Uma breve história do Ensino de Química no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 140, p. 71-79, jan/2013.

LORENZONI; Marisa Borges; RECENA, Maria Celina Piazza. Contextualização do ensino de termoquímica por meio de uma sequência didática baseada no cenário regional “queimadas” com experimentos investigativos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, p. 40 – 65, 2017.

MANGUEIRA, Mayra Samara Francisca; SANTOS, Celina Souza; ALMEIDA, Letícia; DA CUNHA, Samuel Loubach da; COSTA, Douglas da Silva. Sala das sensações do Big Bang: O universo numa sala de aula. **Ciências em Foco**, Campinas, SP, v. 12, n. 1, 2019. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/cef/article/view/9892>. Acesso em:

MALHEIRO, João Manoel da Silva; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baierl. A resolução de problemas de biologia com base em atividades experimentais investigativas: uma análise das habilidades cognitivas presentes em alunos do ensino médio durante um curso de férias. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Investigación em Enseñanza de las Ciencias**, 5 e 9 de dezembro de 2011 na Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2011.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed., São Paulo: Atlas, 2003.

MASINI, Elcie F. Salzano. Aprendizagem Significativa: Condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review**, v. 1 n. 1, p. 16-24, 2011.

MATAKA, Lloyd M.; KOWALSKE, Megan Grunert. The influence of PBL on students' self-efficacy beliefs in chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, 2015.

MEDEIROS, Emerson Augusto de; AMORIM, Giovana Carla Cardoso. Análise textual discursiva: dispositivo analítico de dados qualitativos para a pesquisa em educação. **Laplage em Revista (Sorocaba)**, v.3, n.3, p.247-260, set-dez. 2017.

MENDONÇA, Daniel. **Práticas de Metodologias Ativas no Ensino de Ciências: Uma abordagem no uso da energia solar fotovoltaica**. 2018. 133f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, Itajubá, 2018.

MÉHEUT, Martine; PSILLOS, Dimitris. Teaching–Learning Sequences: Aims and Tools for Science Education Research. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, p. 515 – 535, 2004.

MENEZES, Railene dos Santos; PAGAN, Acácio Alexandre. Uma Metodologia de Formação de Professores inspirada na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (PBL). **VIII Encontro Nacional de Pesquisa – ENPEC e I Congresso Iberoamericano de Investigación em Enseñanza de las Ciencias – CIEC**, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 5 e 9 de dezembro, 2011.

MENEZES, Alexandre Mota; SANTOS, Roberta Brito dos; NUNES, Cléber Thiers da Silva; FONTES, Rosane Costa; SILVA, Erivanildo Lopes da. Validação de Sequências de Ensino-Aprendizagem em Aulas de Química de Escolas Secundárias do Estado de Sergipe-Brasil. **IX Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias**, Girona, 9 - 12 de septiembre de 2013.

MIRANDA, Mayara de Souza; ABRAS, Camila Mara; PEDROSO, Jackeline Rafaela; CARVALHO, Patrícia de Melo; ROSA, Lívia Maria Ribeiro; TANGANIELI, Vinícius Silva; SUART, Rita de Cássia; MOREIRA, Hellem Renata. Argumentação e habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química: relações com a interação dialógica do professor. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**, Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise Textual Discursiva: Processo Reconstutivo de Múltiplas Faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

MÓRAN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**, vol. II, 2015.

MOREIRA, Marco Antônio. **A Teoria da Aprendizagem Significativa**. 2. ed. rev. Porto Alegre: UFRGS, 2016.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo, 1999.

MOREIRA, Lídia Cabral; SOUZA, Girlene Santos de. O uso de atividades investigativas como estratégia metodológica no ensino de microbiologia: um relato de experiência com estudantes do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 3, p. 1 – 17, 2016.

MORINI, Lizandra Botton Marion; CARDOSO, Marleide Coan; SARTOR, Naiane Machado Mariano; BOAVENTURA, Grazielle Vefago; OLIVEIRA, Giulia Loreto de. Química “EMCAIXA” e as metodologias ativas: A utilização de um conjunto didático experimental para o Ensino de Química e a formação de professores da educação básica. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN – 25 a 28 de junho de 2019.

MOTA, Ana Rita; ROSA, Cleici T. Werner da. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. **Ensaio Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 261-276, 2018.

NOVAIS, Vera Lúcia Duarte de; ANTUNES, Murilo Tissoni. **Vivá: química: ensino médio**. v. 2. Curitiba: Positivo, 2016.

OLIVEIRA, Renato J. de. A crítica ao verbalismo e ao experimentalismo no Ensino de Química. **Química Nova**, v. 15, n. 1, 1992.

OVERTON, Tina L.; RANDLES, Christopher A. Beyond Problem-Based Learning: Using dynamic PBL in chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, 2015. DOI: 10.1039/c4rp00248b.

ORTIZ, Katiúscia; FERNANDEZ, Rudissara. Games Based Learning no Ensino de Matemática. In: **Aprendizagem ativa: Desafios para uma educação disruptiva**. 1.ed, vol. II. Caxias do Sul, 2017. cap. 2, p. 35 – 40.

PAIVA, Marlla Rúbya Ferreira; PARENTE, José Reginaldo Feijão; BRANDÃO, Israel Rocha; QUEIROZ, Ana Helena Bomfim. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. **SANARE**, Sobral - v. 15, n. 2, p.145-153, Jun./Dez. 2016.

PARTANEN, Lauri. Student-centred active learning approaches to teaching quantum chemistry and spectroscopy: quantitative results from a two-year action research study. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 19, n. 885, 2018. DOI: 10.1039/c8rp00074c

PASTORIO, Dioni Paulo; SOUZA, Leonardo Alencastro Vanin Dutra de. As metodologias ativas nas pesquisas de ensino: uma revisão da literatura no ENPEC. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN – 25 a 28 de junho de 2019.

PELIZZARI, Adriana; KRIEGL, Maria de Lurdes; BARON, Márcia Pirib; FINCK, Nelcy Teresinha Lubi; DOROCINSKI, Solange Inês. Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. **Revista Psicologia Educação e Cultura (PEC)**, v. 2, n. 1, p. 37 – 42, 2002.

PEREIRA, Luiz Fernando. **Uma proposta de ensino de equilíbrio químico com uso da metodologia ativa POGIL**. 2019. 199f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

PERRENOUD, Philippe. **Desenvolver competências ou ensinar saberes? A escola que prepara para a vida**. Tradução: Laura Solange Pereira ; revisão técnica: Maria da Graça Souza Horn, Heloisa Schaan Solassi. Porto Alegre: Penso, 2013.

PORTO, Edimilson Antonio Bravo; KRUGER, Verno. Breve histórico do Ensino de Química no Brasil. **33º Encontro de Debates sobre Ensino de Química – 33º EDEQ**. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Norte (UNIJUÍ), 2013.

QUÍLEZ, Juan. Changes in concentration and in partial pressure in chemical equilibria: students' and teachers' misunderstandings. **Chemistry Education: Research and Practice**, v. 5, n. 3, p. 281 – 300, 200.

QUÍLEZ-PARDO, Juan; SOLAZ-PORTOLÉS, Joan Josep. Student's and teacher's Misapplication of Le Chatelier's Principle: Implications for the Teaching of Chemical Equilibrium. **Journal Research in Science Teaching**, v. 32, n. 9, p. 939 – 957, 1995.

RABER, Daniel de Almeida; GRISA, Ana Maria Coulon; SCHMITZBOOTH, Ivete Ana. Aprendizagem significativa no ensino de ciências: Uma proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre energia e Ligações químicas. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 7 n. 2, p. 64-85, 2017.

REID, Scott A. A flipped classroom redesign in general chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, 2016. DOI: 10.1039/c6rp00129g.

REPICE, Michelle D.; SAWYER, R. Keith; HOGREBE, Mark C.; BROWN, Patrick L.; LUESSE, Sarah B.; GEALYF, Daniel J.; FREY, Regina F. Talking through the problems: a study of discourse in peer-led small groups. **Chemistry Education Research and Practice**, 2016. DOI: 10.1039/c5rp00154d

RAVIOLO, Andrés; AZNAR, Mercedes Martínez. Una revisión sobre las concepciones alternativas de los estudiantes en relación con el equilibrio químico. Clasificación y síntesis de sugerencias didácticas. **Investigación Educativa**, 2013.

RAVIOLO, Andrés; GARRITZ, Andoni. Analogias no ensino de equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**, n. 27, abr. 2008.

RODRIGUES, Alexandre Guimarães; PIETROCOLA, Maurício; PIQUEIRA, José Roberto Castilho. Elaboração de uma Sequência Didática de Ensino-Aprendizagem com tópicos de Mecânica Quântica para Cursos de Engenharia. **XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE)**, Belém – Pará, 03 a 06 de Setembro, 2012.

RUZZA, Luísa Franklin de Matos. **Análise dos Métodos Alternativos para o Ensino de Química**: Uma síntese a partir das propostas de Metodologias Ativas de Ensino. 2016. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus Bauru – Faculdade de Ciências, 2018.

SABADINI, Edvaldo; BIANCHI, José C. A. Ensino do conceito de equilíbrio químico: uma breve reflexão. **Química Nova na Escola**, n. 25, mai. 2007.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, María del Pilar Baptista. **Metodología de lá Investigación**. 6 ed. México: McGraw-HillEducation, 2014.

SANT'ANA; Camila de Fátima; CASTRO, Denise Leal de. Cenário das produções acadêmicas acerca do uso de metodologias ativas no ensino de química: uma revisão dos últimos 8 anos. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 5, p. 194 – 205, 2019.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos et al. **Química cidadã**: ensino médio. 3. ed. v. 2. São Paulo: Editora AJS, 2016.

SANTOS-GOUW, Ana Maria; FRANZOLIN, Fernanda; FEJES, Marcela. Desafios enfrentados por professores na implementação de atividades investigativas nas aulas de ciências. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Investigación em Enseñanza de las Ciencias**, 5 e 9 de dezembro de 2011 na Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2011.

SALVADOR, Daniel Fábio S; OLIVEIRA, Débora Batista de; ROLANDO, Luiz Gustavo Ribeiro; ROLANDO, Roberta Flávia Ribeiro; MAGARÃO, Jorge Felipe Leal. Uma proposta de feira de ciências para alunos do ensino médio orientada pela Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Investigación em Enseñanza de las Ciencias**, 5 e 9 de dezembro de 2011 na Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2011.

SCHENETZLER, Roseli P. Apontamentos sobre a História do Ensino de Química no Brasil. *In*: SANTOS, Wildson Luiz; MALDANER, Otávio Aloisio. **Ensino de Química em Foco**, Ijuí, Editora Ijuí, 2010, p. 51 – 75.

SEERY, Michael K. Flipped Learning in Higher Education Chemistry: Emerging Trends and Potential Directions. **Chemistry Education Research and Practice**, 2015. DOI: 10.1039/x0xx00000x.

SILVA, Joseane da Conceição Soares de; AMARAL, Edenia Maria Ribeiro. Uma análise de estratégias didáticas e padrões de interação presentes em aulas sobre

Equilíbrio Químico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 3, p. 985 – 1009, 2017.

SILVA, D.P.; MARCONDES, M.E.R.; AKAHOSHI, L.H. Planejamento de Atividades Experimentais Investigativas e a Proposição de Questões por um Grupo de Professores de Química. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias**, 5 e 9 de dezembro de 2011 na Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2011.

SILVA, Erivanildo Lopes; WARTHA, Edson José. Estabelecendo relações entre as dimensões pedagógica e epistemológica no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 2, p. 337-354, 2018.

SILVA, Gisleine Souza da; DANTAS, Paula Fernanda de Carvalho; WARTHA, Edson José. Elaboração e validação de uma sequência de ensino e aprendizagem para o conceito de ligação química. **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)**, Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho de 2012.

SILVA, Roberta Maria da; SILVA, Renato César da; AQUINO, Kátia Aparecida da Silva. Estudo da eletroquímica a partir de pilhas naturais: uma análise de mapas conceituais. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 4 n. 2, p. 45-56, 2017.

SOBRAL, Fernanda Ribeiro; CAMPOS, Claudinei José Gomes. Utilização de metodologia ativa no ensino e assistência de enfermagem na produção nacional: revisão integrativa. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 46, n. 1, p. 208 – 218, 2012.

SOUZA JUNIOR, Domingos Rodrigues; COELHO, Geide Rosa. Ensino por investigação: problematizando as aprendizagens em uma atividade sobre condutividade elétrica. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**, Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.

SOUTO, Emily Karoliny da Silva Cunha; SILVA, Laudelize Souto da; SODRÉ NETO, Luiz; SILVA, Flávia Carolina Lins da. A utilização de aulas experimentais investigativas no ensino de ciências para a abordagem de conteúdos de microbiologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 59 – 69, 2015.

TEIXEIRA JUNIOR, José Gonçalves; SILVA, Rejane Maria Ghisolfi da. A abordagem do tema Equilíbrio Químico nos planos de aula de futuros professores de química. **X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias**, Sevilla, ES – 5 a 8 de Septiembre, 2017.

TRÉZ, Thales de A. Caracterizando o Método Misto de Pesquisa na Educação: Um continuum entre a abordagem qualitativa e quantitativa. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 7, n. 4, p. 1132 - 1157, dez. 2012.

TRINDADE, J. O. **Ensino e Aprendizagem Significativa do Conceito de Ligação Química por meio de Mapas Conceituais**. São Carlos: UFSCar, 2011.

UEHARA, Fabia Maria Gomes. **Refletindo a dificuldade de aprendizagem de alunos do Ensino Médio no estudo do Equilíbrio Químico**. 2005. 101f. Dissertação (Mestrado em Química) – Centro de Ciência Exatas e da Terra, Programa Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

VALADARES, Jorge. A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 1 n. 1, p. 36-57, 2011.

VERZOTO, José Carlos. **Contexto histórico e reflexões didáticas no processo de ensino/aprendizagem do conceito de equilíbrio químico**. 2008. 138f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

VINHOLI JUNIOR, Airton José. Diagnóstico dos conhecimentos prévios de estudantes sobre ecologia: Interfaces com a teoria da aprendizagem significativa. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 7 n. 1, p. 25-38, 2017.

WILLIAMS, Dylan P.; WOODWARD, Jonathan R.; SYMONS, Sarah L.; DAVIES, David L. A Tiny Adventure: the introduction of problem based learning in an undergraduate chemistry course. **Chemistry Education Research Practice**, v. 11, p. 33 – 42, 2010.

YIN, Robert. K. **Compreendo a pesquisa qualitativa**. Pesquisa qualitativa do início ao fim. Ed. Penso. Porto Alegre, n. 1, p. 3-21, 2016

ZABALA, Antoni; ARNAU, Laia. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, v. 13, p. 67 – 80, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Termo de Assentimento

O(A) Sr(a) está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa METODOLOGIAS ATIVAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA: Uma Proposta de Sequência de Ensino e Aprendizagem para o Conteúdo Equilíbrio Químico, cujo pesquisador responsável é Raíssa Almeida Souza Reis. Os objetivos do projeto são: (a) Identificar as ideias prévias dos alunos da 2ª série do Ensino Médio sobre Equilíbrio Químico; (b) Elaborar e validar Sequência de Ensino e Aprendizagem estruturada com base nas Metodologias Ativas e na Teoria da Aprendizagem Significativa; (c) Analisar as aprendizagens desenvolvidas – conhecimentos e habilidades – relacionadas ao conteúdo Equilíbrio Químico.

O(A) Sr(a). tem de plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem penalização alguma para o tratamento que recebe nesta Instituição de Ensino. O (a) Sr (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração.

Caso aceite participar sua participação consiste em responder um questionário para coletar informações sobre conhecimentos, ideias, opiniões, sentimento, bem como questões sociais, econômicas ou educacionais, e participar atividades (individuais e em grupo) para coleta de dados acerca dos conhecimentos dos alunos sobre fenômenos que envolvem Equilíbrio Químico. Autorizar o uso da sua imagem em fotos ou filme, sem finalidade comercial, para ser utilizada nesta pesquisa.

Toda pesquisa com seres humanos envolve riscos aos participantes. Nesta pesquisa os instrumentos utilizados para coleta de dados não apresentam a possibilidade de danos à dimensão física, mas deve-se considerar a possibilidade de danos à dimensão emocional e psicossocial, pois os participantes podem sentir um desconforto ao responder ao teste inicial ou durante o desenvolvimento das atividades da Sequência de Ensino e Aprendizagem, causado por insegurança, inaptidão na escrita, indiferença com a pesquisa, fobia social (medo de ser avaliado negativamente). Quanto as gravações audiovisuais e o diário de campo do pesquisador, os estudantes podem sentir invasão de privacidade pela interferência na vida e na rotina de estudos que estavam habituados, exposição e medo da divulgação inadequada de sua imagem e dados pessoais, podem sentir-se ansiosos e perder o autocontrole revelando pensamentos, sentimentos ou comportamentos nunca revelados. Para prevenir tais riscos considera-se importante o esclarecimento da pesquisa em linguagem clara e acessível, e o consentimento livre e esclarecido dos estudantes, formulado em um termo de consentimento, autorizando sua participação voluntária na pesquisa.

Também são esperados os seguintes benefícios com esta pesquisa: Gerar conhecimentos para entender, prevenir ou solucionar um problema social que afete o bem-estar dos sujeitos da pesquisa. A possibilidade do desenvolvimento de habilidades, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na análise fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, na promoção da autonomia dos estudantes para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global, assim como na capacidade de saber avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade

de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis. Assim como, a elaboração e disponibilização de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem com as atividades estruturadas com base nas Metodologias Ativas, para pesquisadores da área de Educação, Ensino de Ciências, assim como a professores do Ensino Médio, como uma proposta de Ensino que visa proporcionar uma aprendizagem mais colaborativa e que contribua para o desenvolvimento das capacidades cognitivas e socioemocionais, valorizando a participação e os conhecimentos prévios dos alunos.

Se julgar necessário, o(a) Sr(a) dispõe de tempo para que possa refletir sobre sua participação, consultando, se necessário, seus familiares ou outras pessoas que possam ajudá-los na tomada de decisão livre e esclarecida.

Garantimos ao(à) Sr(a) a manutenção do sigilo e da privacidade de sua participação e de seus dados durante todas as fases da pesquisa e posteriormente na divulgação científica.

O(A) Sr(a). pode entrar em contato com o pesquisador responsável Raíssa Almeida Souza Reis a qualquer tempo para informação adicional no endereço Departamento de Química, localizado no Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal do Amazonas, situada na Av. General Rodrigo Otavio Jordão Ramos, 3000 – Campus Universitário Setor Norte – Coroadó, Manaus, Amazonas, ou e-mail rasrmestrado@gmail.com. O(A) Sr(a). também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Amazonas (CEP/UFAM) e com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), quando pertinente. O CEP/UFAM fica na Escola de Enfermagem de Manaus (EEM/UFAM) - Sala 07, Rua Teresina, 495 – Adrianópolis – Manaus – AM, Fone: (92) 3305-1181 Ramal 2004, E-mail: cep@ufam.edu.br. O CEP/UFAM é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Este documento (TCLE) será elaborado em duas VIAS, que serão rubricadas em todas as suas páginas, exceto a com as assinaturas, e assinadas ao seu término pelo(a) Sr(a)., ou por seu representante legal, e pelo pesquisador responsável, ficando uma via com cada um.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Li e concordo em participar da pesquisa.

Manaus, ____/____/____

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador Responsável

APÊNDICE 2 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Pais ou Responsáveis Legais

O(A) seu(sua) filho(a) está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa METODOLOGIAS ATIVAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA: Uma Proposta de Sequência de Ensino e Aprendizagem para o Conteúdo Equilíbrio Químico, cujo pesquisador responsável é Raíssa Almeida Souza Reis. Os objetivos do projeto são: (a) Identificar as ideias prévias dos alunos da 2ª série do Ensino Médio sobre Equilíbrio Químico; (b) Elaborar e validar Sequência de Ensino e Aprendizagem estruturada com base nas Metodologias Ativas e na Teoria da Aprendizagem Significativa; (c) Analisar as aprendizagens desenvolvidas – conhecimentos e habilidades – relacionadas ao conteúdo Equilíbrio Químico.

O(A) Sr(a). tem de plena liberdade de recusar a participação do seu(sua) filho(a) ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem penalização alguma para o tratamento que recebe nesta Instituição de Ensino. O (a) Sr (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração.

Caso aceite participar a participação do seu(sua) filho(filha) consiste em responder um questionário para coletar informações sobre conhecimentos, ideias, opiniões, sentimento, bem como questões sociais, econômicas ou educacionais, e participar atividades (individuais e em grupo) para coleta de dados acerca dos conhecimentos dos alunos sobre fenômenos que envolvem Equilíbrio Químico. Autorizar o uso da sua imagem em fotos ou filme, sem finalidade comercial, para ser utilizada nesta pesquisa.

Toda pesquisa com seres humanos envolve riscos aos participantes. Nesta pesquisa os instrumentos utilizados para coleta de dados não apresentam a possibilidade de danos à dimensão física, mas deve-se considerar a possibilidade de danos à dimensão emocional e psicossocial, pois os participantes podem sentir um desconforto ao responder ao teste inicial ou durante o desenvolvimento das atividades da Sequência de Ensino e Aprendizagem, causado por insegurança, inaptidão na escrita, indiferença com a pesquisa, fobia social (medo de ser avaliado negativamente). Quanto as gravações audiovisuais e o diário de campo do pesquisador, os estudantes podem sentir invasão de privacidade pela interferência na vida e na rotina de estudos que estavam habituados, exposição e medo da divulgação inadequada de sua imagem e dados pessoais, podem sentir-se ansiosos e perder o autocontrole revelando pensamentos, sentimentos ou comportamentos nunca revelados. Para prevenir tais riscos considera-se importante o esclarecimento da pesquisa em linguagem clara e acessível, e o consentimento livre e esclarecido dos estudantes, formulado em um termo de consentimento, autorizando sua participação voluntária na pesquisa.

Também são esperados os seguintes benefícios com esta pesquisa: Gerar conhecimentos para entender, prevenir ou solucionar um problema social que afete o bem-estar dos sujeitos da pesquisa. A possibilidade do desenvolvimento de habilidades, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na análise fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, na promoção da autonomia dos estudantes para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global, assim como na capacidade de saber avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes

responsáveis. Assim como, a elaboração e disponibilização de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem com as atividades estruturadas com base nas Metodologias Ativas, para pesquisadores da área de Educação, Ensino de Ciências, assim como a professores do Ensino Médio, como uma proposta de Ensino que visa proporcionar uma aprendizagem mais colaborativa e que contribua para o desenvolvimento das capacidades cognitivas e socioemocionais, valorizando a participação e os conhecimentos prévios dos alunos.

Se julgar necessário, o(a) Sr(a) dispõe de tempo para que possa refletir sobre a participação do seu filho(a), consultando, se necessário, seus familiares ou outras pessoas que possam ajudá-los na tomada de decisão livre e esclarecida.

Garantimos ao(à) Sr(a) a manutenção do sigilo e da privacidade de seu filho(filha) e de seus dados durante todas as fases da pesquisa e posteriormente na divulgação científica.

O(A) Sr(a). pode entrar em contato com o pesquisador responsável Raíssa Almeida Souza Reis a qualquer tempo para informação adicional no endereço Departamento de Química, localizado no Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal do Amazonas, situada na Av. General Rodrigo Otavio Jordão Ramos, 3000 – Campus Universitário Setor Norte – Coroadó, Manaus, Amazonas, ou e-mail rasrmestrado@gmail.com. O(A) Sr(a). também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Amazonas (CEP/UFAM) e com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), quando pertinente. O CEP/UFAM fica na Escola de Enfermagem de Manaus (EEM/UFAM) - Sala 07, Rua Teresina, 495 – Adrianópolis – Manaus – AM, Fone: (92) 3305-1181 Ramal 2004, E-mail: cep@ufam.edu.br. O CEP/UFAM é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Este documento (TCLE) será elaborado em duas VIAS, que serão rubricadas em todas as suas páginas, exceto a com as assinaturas, e assinadas ao seu término pelo(a) Sr(a)., ou por seu representante legal, e pelo pesquisador responsável, ficando uma via com cada um.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Declaro que concordo que meu(minha) filho(a)

_____ participe desta pesquisa.

Manaus, ____/____/____

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador Responsável

APÊNDICE 3 - Instrumento Inicial



Universidade Federal do Amazonas
Programa de Pós-Graduação em Química
Núcleo Amazonense de Educação Química

A. Informações Gerais														
Escola: _____														
Nome: _____														
B. Informações escolares - Percepções do estudante sobre as Estratégias de Ensino e Aprendizagem e Recursos Digitais														
1. A participação do aluno (exposição de ideias, opiniões, questionamentos) na aula para aprender um conteúdo é: () Sem importância () Pouco importante () Indiferente () Importante () Muito importante														
2. Dentre as atividades de ensino e aprendizagem abaixo, quais você já participou?														
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">() Seminário</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">() Aulas experimentais</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">() Debates</td> <td style="padding: 5px;">() Jogos didáticos</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">() Projetos</td> <td style="padding: 5px;">() Nenhum</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;">() Outro. Qual (is): _____</td> </tr> </table>							() Seminário	() Aulas experimentais	() Debates	() Jogos didáticos	() Projetos	() Nenhum	() Outro. Qual (is): _____	
() Seminário	() Aulas experimentais													
() Debates	() Jogos didáticos													
() Projetos	() Nenhum													
() Outro. Qual (is): _____														
3. Para você, qual o nível de importância do uso das tecnologias nas aulas (Química)? () Sem importância () Pouco importante () Indiferente () Importante () Muito importante														
4. Para você, qual o seu domínio no uso da informática?														
Pouco	1	2	3	4	5	Muito								
5. Em relação aos aparelhos e o acesso as plataformas digitais, sinalize os que você faz uso:														
Aparelhos														
() smartphone														
() desktop (computador)														
() tablet														
() notebook														
6. Em relação ao acesso as plataformas digitais, sinalize os que você faz uso:														
Plataformas digitais														
() Google Questionário														
() Google Classroom														
() Google Meet														
() Zoom														
() Duo (aplicativo de Android)														
7. Você tem interesse em participar de atividades que proporcionem: a participação mais ativa dos alunos em sala de aula, com um ambiente favorável para expor ideias, experiências e percepções; a construção do conhecimento em trabalhos em grupo, debates temáticos, atividades experimentais e investigativas para resolução de problemas. () Sim. () Não.														
Se sim, informe seu e-mail/telefone: _____														



<p>6. Os sais de fruta, nome popular, são medicamentos antiácidos estomacais. Eles podem ser ingeridos como comprimido ou pó efervescente. Quando colocamos em água inicia-se uma reação química. Em qual das alternativas esse processo ocorre mais rapidamente:</p> <p>a) Em pó na água morna. b) Pulverizado em água gelada. c) No formato de comprimido em água morna d) Em formato de comprimido em água gelada. e) Em pó em água à temperatura ambiente.</p>
<p>7. Considere as afirmações sobre catalisadores:</p> <p>I. Aumentam a velocidade de reações que antes ocorriam muito lentamente. II. O paládio é um metal usado como catalisador em carros movidos a álcool ou à gasolina. III. São usados em frutas para aumentar a velocidade do processo de degradação delas. IV. Em descargas de automóveis transformam substâncias liberadas durante a combustão em outras menos nocivas.</p> <p>São verdadeiras:</p> <p>a) I e III apenas; b) II e IV apenas; c) I, II e IV apenas; d) II, III e IV apenas; e) I, II, III e IV.</p>
<p>8. As enzimas são fundamentais em diversas reações que ocorrem em nosso corpo. Elas são proteínas que catalisam diversas reações em nosso organismo. Entre suas características estão:</p> <p>a) Retardar a velocidade das reações químicas. b) Produzida apenas por meio da alimentação. c) Atuar apenas no sistema digestivo de seres humanos. d) Aumentam a velocidade de diversas reações químicas. e) Mantém as reações químicas com rapidez constante.</p>
<p>9. Catalisadores são amplamente usados na indústria farmacêutica, alimentícia etc. Os catalisadores podem ser definidos como substâncias ou materiais que:</p> <p>a) Aumentam a energia de ativação para determinada reação ocorrer. b) Diminuem a velocidade das reações químicas para que ocorram lentamente. c) Fazem com que reações que ocorram em várias etapas aconteçam em apenas uma. d) Alteram a rapidez das reações químicas sem serem consumidas durante o processo. e) Participam da formação de determinado produto, sendo totalmente consumidos durante o processo.</p>
<p>10. (ENEM) Alguns fatores podem alterar a rapidez das reações químicas. A seguir destacam-se três exemplos no contexto da preparação e da conservação de alimentos:</p> <p>(1) A maioria dos produtos alimentícios se conserva por muito mais tempo quando submetidos à refrigeração. Esse procedimento diminui a rapidez das reações que contribuem para a degradação de certos alimentos. (2) Um procedimento muito comum utilizado em práticas de culinária é o corte dos alimentos para acelerar o cozimento, caso não se tenha uma panela de pressão. (3) Na preparação de iogurtes, adicionam-se ao leite bactérias produtoras de enzimas que aceleram as reações envolvendo açúcares e proteínas lácteas.</p> <p>Com base no texto, quais os fatores que influenciam a rapidez das transformações químicas relacionadas aos exemplos 1, 2 e 3, respectivamente?</p> <p>a) Temperatura, superfície de contato e concentração. b) Concentração, superfície de contato e catalisadores. c) Temperatura, superfície de contato e catalisadores. d) Superfície de contato, temperatura e concentração. e) Temperatura, concentração e catalisadores.</p>



C. Teste Conceitual - Conhecimentos Prévios Relativos a Equilíbrio Químico

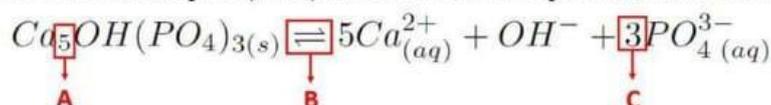
1. A característica central das reações químicas está na formação de novas substâncias. Isso acontece em nosso corpo o tempo todo. A partir dos nutrientes contidos nos alimentos ingeridos, ele produz diversas substâncias que farão parte da constituição de nossas células. Analise as alternativas a seguir, marcando a que corresponde a uma reação química do cotidiano:

- Quebrar um copo de vidro.
- Queima de combustíveis.
- Amassar papel.
- Ferver a água.
- Derretimento do gelo.

2. A forma simbólica de representar uma reação química, descrevendo as composições de reagentes e produtos e a relação de igualdade entre as quantidades de átomos de seus elementos químicos, é a:

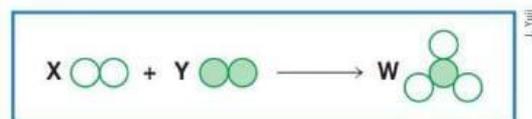
- Relação matemática de reagentes.
- Equação química.
- Fórmula química.
- Fórmula atômica.
- Equação da reação.

3. A equação química abaixo demonstra a hidroxiapatita ($\text{Ca}_5\text{OH}(\text{PO}_4)_3$), constituinte fundamental do esmalte dos dentes, em meio aquoso (saliva). Assinale a alternativa que indica corretamente o significado dos itens destacados



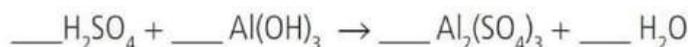
- (A) coeficiente elementar; (B) indica que a reação é irreversível; (C) índice estequiométrico;
- (A) coeficiente estequiométrico; (B) indica que a reação é irreversível; (C) índice.
- (A) índice; (B) indica que a reação é reversível; (E) coeficiente estequiométrico.
- (A) coeficiente estequiométrico; (B) indica que a reação é irreversível; (C) número de prótons.
- (A) índice; (B) indica que a reação é reversível; (C) índice.

4. (Mack-SP) Supondo que os círculos vazios e cheios, respectivamente, signifiquem átomos diferentes, então o esquema representará uma reação química balanceada se substituirmos as letras X, Y e W, respectivamente, pelos valores:



- 1, 2 e 3.
- 1, 2 e 2.
- 2, 1 e 3.
- 3, 1 e 2.
- 3, 2 e 2.

5. A equação abaixo descreve a reação do ácido sulfúrico com o hidróxido de alumínio, denominada de reação de neutralização. Balanceie a equação abaixo e considere a alternativa correta.



Os menores coeficientes inteiros são, respectivamente:

- 2, 3, 1, 6.
- 3, 2, 1, 6.
- 2, 3, 2, 6.
- 2, 3, 2, 2.
- 3, 2, 3, 2.



11. Na natureza existem processos reversíveis – que podem retornar ao estado inicial – e irreversíveis – que não podem retornar ao estado inicial. A este respeito, considere C para as alternativas corretas e E para as erradas.

1) O ciclo da água, no qual ocorrem as mudanças entre estado de agregação e as fases sólido, líquido e gasoso é considerado processo irreversível.

2) A poluição dos rios e lagos no nosso planeta é um processo irreversível devido à quantidade de poluentes despejados, portanto, imprópria para o consumo humano.

3) Em uma caverna, a dissolução e formação de carbonato de cálcio (CaCO_3), responsáveis pelas estalactites e estalagmites, é um processo reversível.

4) A combustão da gasolina é um processo praticamente irreversível, pois transformar o gás carbônico e água novamente em combustível e oxigênio é extremamente caro e complicado.

Assinale a alternativa que corresponde a análise correta das assertivas:

- a) C - C - E - E.
- b) E - C - E - C.
- c) C - E - C - E
- d) C - E - E - C.
- e) E - E - C - C.

12. Dos seguintes sistemas, julgue os itens, com C para os corretos e E para os errados.

() Uma panela aberta sobre um fogão contém água fervendo à temperatura constante. O equilíbrio ocorrido é dinâmico.

() Um balão contém ar e algumas gotas de água. A pressão dentro do balão é constante, logo, o equilíbrio é estático.

() Um formigueiro vive sua faina diária. A população do formigueiro é constante; logo, o equilíbrio é dinâmico.

() O mercúrio líquido e o vapor de mercúrio num termômetro, permanecendo constante a temperatura, constituem um equilíbrio dinâmico.

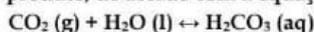
Assinale a alternativa que corresponde a análise correta das assertivas:

- a) E - C - E - C.
- b) E - E - C - C.
- c) C - E - E - E.
- d) C - C - E - E.
- e) E - C - C - E.

13. (Fatec-SP) Nas condições ambientais, é exemplo de sistema em estado de equilíbrio uma:

- a) Xícara de café bem quente.
- b) Garrafa de água mineral gasosa fechada.
- c) Chama uniforme de bico de Bunsen.
- d) Porção de água fervendo em temperatura constante.
- e) Tigela contendo feijão cozido.

14. (ENEM) Às vezes, ao abrir um refrigerante, percebe-se que uma parte do produto vaza rapidamente pela extremidade do recipiente. A explicação para esse fato está relacionada à perturbação do equilíbrio químico existente em alguns dos ingredientes do produto, de acordo com a equação:



A alteração do equilíbrio anterior, relacionada ao vazamento do refrigerante nas condições descritas, tem como consequência a:

- a) liberação de CO_2 para o ambiente.
- b) elevação da temperatura no recipiente.
- c) elevação da pressão interna no recipiente.
- d) elevação da concentração de CO_2 no líquido.
- e) formação de uma quantidade significativa de H_2O .

APÊNDICE 4 - Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA)

	Universidade Federal do Amazonas – UFAM Programa de Pós-graduação em Química – PPGQ Núcleo Amazonense de Educação Química – NAEQ
---	--

Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA): Água: Um líquido precioso.

Etapas	Encontros	Metodologia Ativa	Conteúdos/Atividades	Duração	Registro/Instrumentos de Coleta de dados
Apresentação Inicial		----	Recolhimento dos Termos de Compromisso; Apresentação da Sequência de Ensino e Aprendizagem; Instruções para acesso e resolução do Teste Conceitual.	60 minutos	Teste conceitual
A Planeta Terra ou planeta Água?	A-1	Sala de Aula Invertida	Explicação da Sala de Aula Invertida (SAI), seguida da apresentação de um vídeo com duração de 10 minutos, abordando “Reversibilidade” a partir da temática ‘ciclo da água’.	90 minutos	Folha de atividades 1 (Apêndice 1).
	A-2	Sala de Aula Invertida	Aula com Problematização Inicial: A água da chuva é potável? Debate em grupo, seguido de apresentação dos argumentos para turma, sobre: ciclo da água e consumo. Ao final apresentação da ideia de equilíbrio.	90 minutos	Diário de campo; Registro em áudio ou audiovisual.
	A-3	Atividade experimental demonstrativa-investigativa	Orientação sobre atividades experimentais com abordagem investigativa, seguida da realização do experimento demonstrativo-investigativo intitulado “Garrafa Azul”, para abordar equilíbrio químico.	120 minutos	Folha de atividades 2 (Apêndice 2).
	A-4	Atividade experimental demonstrativa-investigativa	Aula expositiva dialogada sobre a reação química do experimento demonstrativo-investigativo intitulado “Garrafa Azul”.	90 minutos	Registro em áudio ou audiovisual; Folha de atividades 2 (Apêndice 2).
	A-5	Aprendizagem em Pares	Orientação sobre o método Instrução entre Pares (Peer Instruction). Em seguida, os estudantes organizados em duplas ou trios, serão orientados a elaborar e apresentar um Mapa Conceitual sobre os conceitos estudados na etapa A, para síntese de ideias/conceitos e esclarecimento de dúvidas.	120 minutos	Mapa Conceitual; Registro em áudio ou audiovisual; Diário de campo.
B O que você entende por alterações no estado de equilíbrio?	B-1	Aprendizagem em Pares	Apresentação de um vídeo do grupo Ponto Ciência, com duração de aproximadamente 1 minuto, para abordar os fatores que afetam o estado de equilíbrio (concentração, pressão, temperatura e catalisadores).	90 minutos	Folha de Atividades 3 (Apêndice 3)
	B-2	Aprendizagem em Pares	(1) Aula expositiva dialogada, utilizando tirinhas em quadrinho para abordar o efeito da pressão e a temperatura no estado de equilíbrio de um sistema. Assim, será mediada uma discussão dos conceitos envolvidos, refletindo ainda sobre as limitações do Princípio de Le Chatelier.	90 minutos	Diário de campo; Registro em audiovisual;



Universidade Federal do Amazonas – UFAM
 Programa de Pós-graduação em Química – PPGQ
 Núcleo Amazonense de Educação Química – NAEQ

			(2) Questionamento para encontro B3: É possível deslocar o equilíbrio químico de um sistema e depois restabelecer o equilíbrio original sem adição de qualquer substância?		
	B-3	Atividade experimental investigativa	Os estudantes serão realizar uma pesquisa de materiais e procedimentos experimentais, bem com elaboração de hipótese para responder ao questionamento feito em B2.	120 minutos	Registro em áudio ou audiovisual; Folha de Atividades 4 (Apêndice 4)
	B-4	Aprendizagem em Pares	Os estudantes organizados em duplas ou trios, serão orientados a elaborar e apresentar um Mapa Conceitual sobre os conceitos estudados na etapa A e B.	90 minutos	Mapa Conceitual; Registro em áudio ou audiovisual; Diário de campo.

Encontros: são aulas presenciais, síncronas e assíncronas, onde cada encontro poderá ter 1 tempo a dois tempos de aulas.

Resumo da Sequência de Ensino e Aprendizagem

Etapas	Total de Encontros	Metodologias Ativas	Material de Apoio
Etapa A – Planeta Terra ou planeta Água?	5	Sala de Aula Invertida e Atividade experimental demonstrativa-investigativa.	LOPES, ZAGO NETO e KRÜGER, [s.d.]; MARTINS, 2018; SANTOS, 2016; VIEIRA, COSTA e BARRÊTO, 2006.
Etapa B – O que você entende por alterações no estado de equilíbrio?	4	Aprendizagem em Pares e Atividade experimental investigativa	ARAUJO; SANTOS; SILVA, 2017; KLEIN, 2018; MAZUR, 2015; NICHELE; ZUCOLOTTO; DIAS, 2015; MIGUÊZ; PEREIRA; ARAÚJO, 2019; SANTOS, 2016.

APÊNDICE 5 - Folha de Atividades 1



Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Programa de Pós Graduação em Química – PPGQ
Núcleo Amazonense de Educação Química – NAEQ

SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM (SEA): ÁGUA: UM LÍQUIDO PRECIOSO FOLHA DE ATIVIDADES 1

Identificação: _____

Data: / /

1. Em sua opinião, por que existe pouca água potável em relação ao total de água na Terra?

2. Na natureza existem processos reversíveis – que podem retornar ao estado inicial – e irreversíveis – que não podem retornar ao estado inicial. A este respeito, analise as assertivas abaixo em corretas ou erradas.

- () O ciclo da água, no qual ocorrem as mudanças entre estado de agregação e as fases sólido, líquido e gasoso é considerado processo irreversível.
- () A poluição dos rios e lagos no nosso planeta é um processo irreversível devido à quantidade de poluentes despejados, portanto, imprópria para o consumo humano.
- () Uma panela aberta sobre um fogão contém água fervendo à temperatura constante. O equilíbrio ocorrido é dinâmico.
- () Um balão contém ar e algumas gotas de água. A pressão dentro do balão é constante, logo, o equilíbrio é estático.

3. Como você descreveria um processo reversível?

4. A primeira atividade realizada no curso foi assistir o vídeo sobre o ciclo da água. Para você essa atividade...

- () Fiquei mais interessado (a) no assunto.
- () Foi na medida certa. O vídeo não foi muito longo e consegui manter a atenção e o interesse no assunto do início ao fim.
- () Dá pra assistir mais de uma vez, além disso, posso pausar e fazer anotações com calma e tirar dúvidas com o professor na aula presencial.
- () Pode ser assistida de qualquer lugar (com internet) ressignificando os espaços de aprendizagem.
- () Disponibiliza a quantidade de informações necessárias para que eu possa me empenhar de fato na apreensão dos conceitos importantes.
- () Permite que eu escolha o momento e hora mais oportuna no meu dia para assistir o conteúdo da aula.
- () Estão mais comuns atualmente, gosto do método online, mas não quero substituir a sala de aula presencial por cursos online.
- () Disponibiliza poucas informações sobre o assunto, poderia aprofundar mais.
- () Não gostei muito, acho que aprendo melhor quando estou em sala de aula com o professor.

APÊNDICE 6 - Folha de Atividades 2



Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Programa de Pós Graduação em Química – PPGQ
Núcleo Amazonense de Educação Química – NAEQ

SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM (SEA): ÁGUA: UM LÍQUIDO PRECIOSO FOLHA DE ATIVIDADES 2

Identificação: _____ Data: / /



EXPERIMENTO DEMONSTRATIVO-INVESTIGATIVO: A GARRAFA AZUL

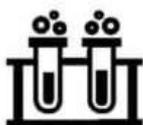
Muitas reações químicas são reversíveis, embora em certos casos essas características não possam ser observadas experimentalmente e ficamos com a impressão de que a reação é irreversível. Isso significa que os produtos da reação também reagem entre si, formando novamente os reagentes. Nesse experimento demonstrativo, observe as mudanças ocorridas para responder ao seguinte questionamento:

Por que a cor vai e volta?



ANOTE AQUI OS MATERIAIS UTILIZADOS

1. _____	6. _____
2. _____	7. _____
3. _____	8. _____
4. _____	9. _____
5. _____	10. _____

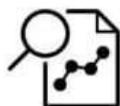


OBSERVE A PROFESSORA REALIZAR O EXPERIMENTO E FAÇA SUAS ANOTAÇÕES

Anotações do procedimento realizado	Observação
1ª etapa:	Qual a cor?
2ª etapa:	Qual a cor?
3ª etapa:	Qual a cor?
Ao deixar o recipiente em repouso por um tempo	Qual a cor?



Universidade Federal do Amazonas – UFAM
 Programa de Pós Graduação em Química – PPGQ
 Núcleo Amazonense de Educação Química – NAEQ



ANÁLISE DOS DADOS

1) Como vocês justificam o surgimento da cor? E seu desaparecimento?

2) Podemos afirmar que essa reação é reversível? Por quê?

3) Quando não vemos nenhuma alteração na cor do líquido no recipiente, podemos afirmar que a reação química atingiu o estado de equilíbrio químico? Por quê?

4) Para você, realizar essa atividade...

- Foi interessante, porque percebi que a atividade tem relação com a forma que os Químicos trabalham.
- Facilitou a aprendizagem, pois com a aula experimental o entendimento de conteúdos químicos fica mais simples e interessante.
- Me fez gostar um pouco de química, mas ainda tenho dificuldades em entender os conteúdos dessa disciplina.
- Foi interessante pois os alunos tinham oportunidade para falar e tirar dúvidas durante a aula.
- Despertou meu interesse pela disciplina que antes eu achava muito chata, mas agora tenho vontade de aprender mais.
- Foi um pouco difícil, pois nunca tinha participado de uma aula experimental na escola, fiquei confuso (a) em como responder as questões.
- Chamou mais a minha atenção do que a explicação na sala de aula, mas tive dificuldade em explicar a reação que aconteceu na garrafa.
- Foi muito boa, mas seria mais legal se os alunos pudessem realizar sozinhos, assim aprendemos na prática de verdade.

APÊNDICE 7 - Folha de Atividades 3



Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Programa de Pós Graduação em Química – PPGQ
Núcleo Amazonense de Educação Química – NAEQ

SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM (SEA): ÁGUA: UM LÍQUIDO PRECIOSO FOLHA DE ATIVIDADES 3

Identificação: _____

Data: / /



Assista ao vídeo do grupo Ponto Ciência sobre os fatores que afetam o estado de equilíbrio (concentração, pressão, temperatura e catalisadores) e responda as questões abaixo.

1) Quais os componentes ou substâncias estão presentes na garrafa?

2) Quais os componentes ou substâncias estão presentes no béquer (com o líquido rosa)?

3) O que podemos observar quando o comprimido efervescente é adicionado dentro da garrafa?

4) O que podemos observar quando a mangueira (conectada a garrafa) é colocada dentro do béquer? Por que isso acontece?

5) Represente a reação química que ocorre dentro da garrafa entre o comprimido efervescente e a água.

6) A gaseificação de bebidas como água e refrigerantes envolve a carbonatação, ou seja, a adição e solubilização de CO_2 . Considere uma garrafa de refrigerante fechada, com gás carbônico em seu interior em equilíbrio de fases. A respeito desse assunto, considere C para as alternativas corretas e E para as erradas.

- () Ao abrir a garrafa de refrigerante o gás carbônico escapa e o equilíbrio físico da garrafa é perturbado.
- () Após certo tempo, na garrafa fechada, a passagem de gás carbônico de um estado para o outro cessa, portanto, é alcançado o equilíbrio físico.
- () O equilíbrio entre o gás carbônico e a água, em uma garrafa fechada, trata-se de um equilíbrio químico, pois ocorrem diversas reações químicas nesse processo.
- () Em uma garrafa de refrigerante fechada, a quantidade de gás carbônico que está dissolvido na água e vai para o estado gasoso é a mesma que faz o processo inverso.



Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Programa de Pós Graduação em Química – PPGQ
Núcleo Amazonense de Educação Química – NAEQ

7) Para você, realizar essa atividade...

- Muito bom. O vídeo é interessante e bem curtinho, podemos assistir várias vezes. O vídeo ajuda a entender melhor as reações químicas.
- Interessante. Como a professora disponibilizou na aula anterior, eu pude conversar com outros colegas ou pesquisar sobre a reação do vídeo, assim pude só tirar minhas dúvidas na aula presencial.
- Ajudou a entender o conteúdo que a professora quer explicar, pois os materiais são mais conhecidos e a gente pode realizar em casa e sozinhos também.
- Muito fácil. Nunca pensei que teria facilidade em entender os conteúdos de química dessa maneira.
- Me ajudou a entender o conteúdo de verdade, pois além do vídeo, a professora ainda abriu espaço na aula para dialogar com os colegas e assim foi mais fácil entender.
- Foi interessante, pois mesmo com dificuldade de responder as questões usando os termos químicos certos, eu consigo entender a reação que foi apresentada no vídeo.
- É mais interessante que as aulas que só tem fórmulas e cálculos, mas ainda tenho dificuldade em entender o conteúdo de química.

APÊNDICE 8 - Folha de Atividades 4



Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Programa de Pós Graduação em Química – PPGQ
Núcleo Amazonense de Educação Química – NAEQ

SEQUÊNCIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM (SEA): ÁGUA: UM LÍQUIDO PRECIOSO FOLHA DE ATIVIDADES 4

Identificação: _____

Data: / /



QUESTIONAMENTO

É possível deslocar o equilíbrio químico de um sistema e depois restabelecer o equilíbrio original sem adição de qualquer substância?



HIPÓTESES



MATERIAIS

<p>Anote aqui os materiais utilizados</p> <p>1. _____</p> <p>2. _____</p> <p>3. _____</p> <p>4. _____</p> <p>5. _____</p>	<p>6. _____</p> <p>7. _____</p> <p>8. _____</p> <p>9. _____</p> <p>10. _____</p>
--	--



Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Programa de Pós Graduação em Química – PPGQ
Núcleo Amazonense de Educação Química – NAEQ

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL



Descreva as observações de cada etapa.

OBSERVAÇÃO: Anote a cor, temperatura, componentes, substâncias, dentre outras informações que julgar relevante para descrição do experimento.

1ª etapa: Em um tubo de ensaio, colocar cerca de 5 mL de hidróxido de amônio (amoníaco) em aproximadamente 100 mL de água.

2ª etapa: Adicionar 4 gotas de solução de fenolftaleína ao tubo de ensaio. Qual a cor observada?

3ª etapa: Utilizar uma pinça de madeira e posicione o tubo de ensaio na chama do bico de Bunsen ou de uma vela. Observe e anote o que acontece.

4ª etapa: Retirar o tubo de ensaio da chama por um minuto, em seguida colocar o tubo de ensaio em um béquer ou copo com gelo. Observe e anote o que acontece.



Universidade Federal do Amazonas – UFAM
 Programa de Pós Graduação em Química – PPGQ
 Núcleo Amazonense de Educação Química – NAEQ

PARE, PENSE E REFLITA

Se uma reação química tem seu equilíbrio deslocado por alteração na temperatura, o mesmo pode ser restabelecido por algum outro fator (concentração ou pressão, por exemplo)?



CONCLUSÕES

Refleta sobre os questionamentos feitos durante a realização da atividade experimental e descreva suas conclusões no espaço abaixo. Lembre-se de responder ao questionamento inicial.

Sobre a atividade realizada...

- () Tornou a aula mais interessante, principalmente porque nós mesmos realizamos o experimento.
- () Gostei muito! Realizar a prática me ajudou a gostar da disciplina e assim me esforcei mais para entender o conteúdo. Percebi que não é tão difícil como parece.
- () Foi um desafio realizar a atividade, pois a professora deu mais liberdade pra gente. Mas eu gostei, pois vi que sou capaz de realizar o experimento e consegui compreender o conteúdo.
- () Foi muito interessante, principalmente pela discussão do conteúdo entre os alunos para elaborar as conclusões. A gente aprende a dialogar e entrar em consenso para propor a melhor resposta.
- () Desperta o interesse pela disciplina, pois é mais interessante que a aula que só a professora fala. Nessa aula, além de participar e trocar ideias com os outros colegas, a professora ainda deixou a gente fazer o experimento.
- () Foi a primeira vez que realizei uma atividade experimental, tive algumas dificuldades em manusear os materiais e responder usando os termos químicos corretos, mas consegui aprender o conteúdo.
- () Achei um pouco difícil, porque não tenho prática em realizar um experimento com tanta autonomia assim, mas eu gostei da aula.
- () Foi difícil realizar a atividade, precisei da ajuda da professora em muitos momentos. Com mais aulas assim eu me sentiria mais seguro (a).

APÊNDICE 9 - Orientações para elaboração do Mapa Conceitual



Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Programa de Pós Graduação em Química – PPGQ
Núcleo Amazonense de Educação Química – NAEQ

Orientações para elaboração do Mapa Conceitual

O Mapa Conceitual consiste em um diagrama de significados, de relações significativas entre conceitos ou de hierarquias conceituais. Mapas conceituais também não devem ser confundidos com mapas mentais que são livres, associacionistas, não se ocupam de relações entre conceitos, incluem coisas que não são conceitos e não estão organizados hierarquicamente (MOREIRA, 2012). Pode-se, então, definir certas diretrizes para traçar mapas conceituais com intuito de que seja um instrumento capaz de evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos.

Etapas a seguir:

1. Identificar os conceitos-chave do conteúdo que vai ser mapeado.
2. Ordenar os conceitos, colocando o(s) mais geral (is), mais inclusivo(s), no topo ou no centro do mapa e, gradualmente, vá agregando os demais até completar o diagrama de acordo com o princípio da diferenciação progressiva.
3. Conecte os conceitos com linhas e insira nessas linhas uma ou mais **palavras de ligação** que explicitem a relação entre os conceitos. Os conceitos e as palavras de ligação devem sugerir uma proposição que expresse o significado da relação.

Sugestão: conceito + palavra de ligação + conceito



4. Evite palavras que apenas indiquem relações triviais entre os conceitos. Busque relações horizontais e cruzadas. Quanto maior as conexões entre os conceitos, mais rico será o seu mapa. Exemplos podem ser agregados ao mapa, embaixo dos conceitos correspondentes. Em geral, os exemplos ficam na parte inferior do mapa.
5. Geralmente, o primeiro intento de mapa tem simetria pobre e alguns conceitos ou grupos de conceitos acabam mal situados em relação a outros que estão mais relacionados.
6. Talvez neste ponto você já comece a imaginar outras maneiras de fazer o mapa, outros modos de hierarquizar os conceitos. Lembre-se que não há um único modo de traçar um mapa conceitual. À medida que muda sua compreensão sobre as relações entre os conceitos, ou à medida que você aprende, seu mapa também muda. Um mapa conceitual é um instrumento dinâmico, refletindo a compreensão de quem o faz no momento de quem o faz no momento em que o faz.
7. Compartilhe seu mapa com colegas e examine os mapas deles. Pergunte o que significam as relações, questione a localização de certos conceitos, a inclusão de alguns que não lhe parecem importantes, a omissão de outros que você julga fundamentais. O mapa conceitual é um bom instrumento para compartilhar, trocar e “negociar” significados.

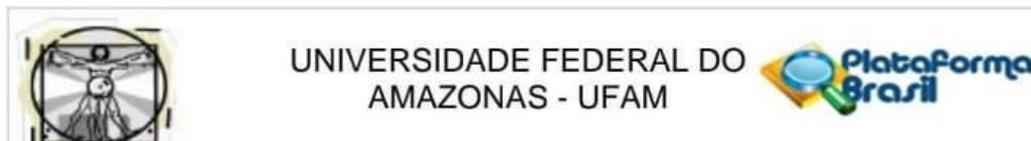
Referências Bibliográficas

MOREIRA, Marco Antonio. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa (Concept maps and meaningful learning). *Revista Chilena de Educação Científica*, n. 4, v. 2, p. 38 – 44, 2012.

Como construir um mapa conceitual. Disciplinas da USP, 2021. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2688998/mod_resource/content/1/Como%20construir%20um%20mapa%20conceitual.pdf>. Acesso em: 30 de Abril de 2021.

ANEXOS

ANEXO 1 - Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Metodologias Ativas na Educação Básica: Uma Proposta de Sequência de Ensino e Aprendizagem para o Conteúdo Equilíbrio Químico.

Pesquisador: RAISSA ALMEIDA SOUZA REIS

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 32619020.6.0000.5020

Instituição Proponente: Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.233.315

Apresentação do Projeto:

É importante assumir uma nova postura frente aos problemas educacionais na aprendizagem em Química, buscando novas metodologias de ensino e aprendizagem que possam agregar valor aos métodos convencionais que já são utilizados. Não se trata de substituição de métodos de ensino e, tampouco em medir qual método é o melhor e o certo, mas em compreender quais as contribuições na aprendizagem podem ser geradas pela utilização de novas metodologias, experimentar novas maneiras de conduzir a aprendizagem na sala de aula, proporcionar aos alunos uma postura mais ativa e crítica na construção dos conhecimentos para que assim, os mesmos possam transferir esses conhecimentos para outras situações (GASTARDELLI, 2017; PAIVA et. al., 2016). Essa pesquisa recorre à Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, utilizando Sequências de Ensino e Aprendizagem estruturadas de acordo com as Metodologias Ativas, com intuito de contribuir para que a aprendizagem de conceitos científicos pelos alunos seja mais eficiente; mostrando aos alunos a necessidade de participação em questões sociais; formando cidadão mais críticos; proporcionando discussões sobre temas contemporâneos e/ou polêmicos; possibilitando que os alunos exponham suas ideias, dúvidas e façam questionamento; mediando o conhecimento prévio dos alunos e o conhecimento científico (GASTARDELLI, 2017; PAIVA et. al., 2016). Do exposto, neste projeto de pesquisa propõe-se a seguinte questão norteadora: "Quais as contribuições de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem, estruturada com Metodologias Ativas, na análise de fenômenos que envolvem Equilíbrio Químico, com

Endereço: Rua Teresina, 495

Bairro: Adrianópolis

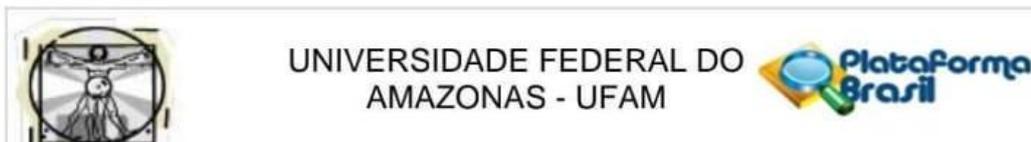
UF: AM

Município: MANAUS

CEP: 69.057-070

Telefone: (92)3305-1181

E-mail: cep.ufam@gmail.com



Continuação do Parecer: 4.233.315

estudantes da 2ª série do Ensino Médio?». Desse modo, para responder a questão norteadora, este projeto tem por objetivo geral investigar evidências de aprendizagens significativas desenvolvidas a partir de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem, estruturada com Metodologias Ativas e o conteúdo Equilíbrio Químico, para estudantes da 2ª série do Ensino Médio utilizando Metodologias Ativas. Para atingir o objetivo geral, foram elaborados os seguintes objetivos específicos: (a) Identificar as ideias prévias dos alunos da 2ª série do Ensino Médio sobre Equilíbrio Químico; (b) Elaborar e validar Sequência de Ensino e Aprendizagem estruturada com base nas Metodologias Ativas e na Teoria da Aprendizagem Significativa; (c) Analisar as aprendizagens desenvolvidas – conhecimentos e habilidades – relacionadas ao conteúdo Equilíbrio Químico.

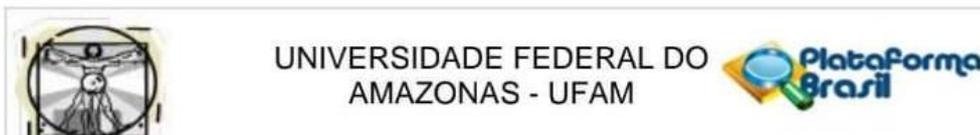
Hipótese:

Esperar-se com a Sequência de Ensino e Aprendizagem contribuir para comunicação oral e escrita dos estudantes ao analisar fenômenos e/ou experimentos, que saibam reconhecer e compreender fenômenos envolvendo interações e transformações químicas, assim como as interações entre a matéria e energia, considerando os aspectos qualitativos, macro e microscópicos.

Metodologia Proposta:

A abordagem metodológica utilizada será a pesquisa mista, que consiste em uma combinação dos procedimentos de coleta e análise de dados de ambas as metodologias (qualitativas e quantitativas), valorizando os pontos fortes de cada abordagem com o propósito de ampliar e aprofundar os conhecimentos. Essa combinação tem sido utilizada em pesquisas no campo da Educação ou Ensino de Ciências por proporcionar uma melhor compreensão do processo de aprendizagem (SAMPIERI, CALLADO e LUCIO, 2014; TRÉZ, 2012) e resultados relevantes para pesquisadores e educadores (DAL-FARRA e LOPES, 2013). Para coleta de dados serão utilizados testes iniciais, fichas e folhas de respostas das atividades da Sequência de Ensino e Aprendizagem, além de gravações audiovisual e um diário de campo do pesquisador. A técnica adotada para a análise dos dados qualitativos é a Análise Textual Discursiva, a análise dos dados quantitativos será por estatística descritiva.

Endereço: Rua Teresina, 495	CEP: 69.057-070
Bairro: Adrianópolis	
UF: AM	Município: MANAUS
Telefone: (92)3305-1181	E-mail: cep.ufam@gmail.com



Continuação do Parecer: 4.233.315

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Investigar evidências de aprendizagens significativas desenvolvidas a partir de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem, estruturada com Metodologias Ativas e o conteúdo Equilíbrio Químico, para estudantes da 2ª série do Ensino Médio utilizando Metodologias Ativas.

Objetivo Secundário:

Identificar as ideias prévias dos alunos da 2ª série do Ensino Médio sobre Equilíbrio Químico; Elaborar e validar Sequência de Ensino e Aprendizagem estruturada com base nas Metodologias Ativas e na Teoria da Aprendizagem Significativa; Analisar as aprendizagens desenvolvidas – conhecimentos e habilidades – relacionadas ao conteúdo Equilíbrio Químico.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os instrumentos utilizados para coleta de dados desta pesquisa não apresentam a possibilidade de danos à dimensão física, mas deve-se considerar a possibilidade de danos à dimensão emocional e psicossocial, pois os participantes podem sentir um desconforto ao responder ao teste inicial ou durante o desenvolvimento das atividades da Sequência de Ensino e Aprendizagem, causado por insegurança, inaptidão na escrita, indiferença com a pesquisa, fobia social (medo de ser avaliado negativamente). Quanto as gravações audiovisuais e o diário de campo do pesquisador, os estudantes podem sentir invasão de privacidade pela interferência na vida e na rotina de estudos que estavam habituados, exposição e medo da divulgação inadequada de sua imagem e dados pessoais, podem sentir-se ansiosos e perder o autocontrole revelando pensamentos, sentimentos ou comportamentos nunca revelados. Para prevenir tais riscos considera-se importante o esclarecimento da pesquisa em linguagem clara e acessível, e o consentimento livre e esclarecido dos estudantes, formulado em um termo de consentimento, autorizando sua participação voluntária na pesquisa.

Benefícios:

Possibilidade de gerar conhecimentos para entender, prevenir ou solucionar um problema social que afete o bem-estar dos sujeitos da pesquisa. A possibilidade do desenvolvimento de habilidades, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na análise fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, na

Endereço: Rua Teresina, 495

Bairro: Adrianópolis

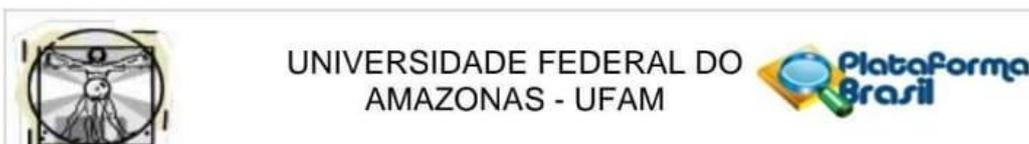
CEP: 69.057-070

UF: AM

Município: MANAUS

Telefone: (92)3305-1181

E-mail: cep.ufam@gmail.com



Continuação do Parecer: 4.233.315

promoção da autonomia dos estudantes para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global, assim como na capacidade de saber avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis. Assim como, a elaboração e disponibilização de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem com as atividades estruturadas com base nas Metodologias Ativas, para pesquisadores da área de Educação, Ensino de Ciências, assim como a professores do Ensino Médio, como uma proposta de Ensino que visa proporcionar uma aprendizagem mais colaborativa e que contribua para o desenvolvimento das capacidades cognitivas e socioemocionais, valorizando a participação e os conhecimentos prévios dos alunos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se da segunda submissão do projeto de pesquisa "Metodologias Ativas na Educação Básica: Uma Proposta de Sequência de Ensino e Aprendizagem para o Conteúdo Equilíbrio Químico" da aluna RAÍSSA ALMEIDA SOUZA REIS orientada pela Profa. Dra. Sidilene Aquino de Farias, ambas vinculadas ao programa de pós-graduação em Química da Universidade Federal do Amazonas. Essa pesquisa baseia-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, para um estudo sobre a aprendizagem de conceitos utilizando Sequências de Ensino e Aprendizagem estruturadas de acordo com as Metodologias Ativas, visando não apenas repensar a prática docente, mas contribuir com material de pesquisa sobre o processo de aprendizagem que valorize os saberes que o aluno já possui e possibilite o desenvolvimento de habilidades e competências indispensáveis para a construção de sua autonomia intelectual e social.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Ver item "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Recomendações:

Ver item "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as correções e pendências foram devidamente corrigidas pela pesquisadora.

Endereço: Rua Teresina, 495

Bairro: Adrianópolis

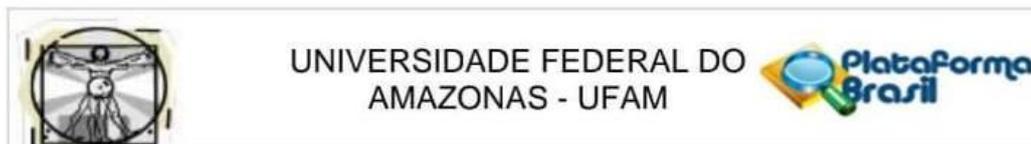
CEP: 69.057-070

UF: AM

Município: MANAUS

Telefone: (92)3305-1181

E-mail: cep.ufam@gmail.com



Continuação do Parecer: 4.233.315

Considerações Finais a critério do CEP:

Não foram observados óbices éticos. Nosso PARECER é pela APROVAÇÃO do Protocolo de Pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1550268.pdf	29/06/2020 22:13:33		Aceito
Outros	Carta_Resposta_ProjetoCEP.docx	29/06/2020 22:12:43	RAISSA ALMEIDA SOUZA REIS	Aceito
Outros	Termo_Assentimento_Estudantes.docx	29/06/2020 22:10:37	RAISSA ALMEIDA SOUZA REIS	Aceito
Outros	Termo_Anuencia_AngeloRamazzotti.pdf	29/06/2020 22:09:58	RAISSA ALMEIDA SOUZA REIS	Aceito
Outros	Teste_Coleta_de_Dados.docx	29/06/2020 22:08:29	RAISSA ALMEIDA SOUZA REIS	Aceito
Outros	CurriculoLattes_SidileneAquinodeFarias.pdf	29/06/2020 22:06:39	RAISSA ALMEIDA SOUZA REIS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa_Raissa.docx	19/05/2020 22:08:49	RAISSA ALMEIDA SOUZA REIS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Termo_Consentimento_Livre_Esclarecido.docx	19/05/2020 22:07:46	RAISSA ALMEIDA SOUZA REIS	Aceito
Folha de Rosto	Raissa_Folha_de_Rosto_PlataformaBrasilCEP.pdf	19/05/2020 19:49:10	RAISSA ALMEIDA SOUZA REIS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MANAUS, 24 de Agosto de 2020

Assinado por:
Eliana Maria Pereira da Fonseca
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Teresina, 495

Bairro: Adrianópolis

UF: AM

Município: MANAUS

CEP: 69.057-070

Telefone: (92)3305-1181

E-mail: cep.ufam@gmail.com