



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

LUCAS PEREIRA REGIS AFONSO

O ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DE INVESTIGAÇÕES: um estudo de caso em
escolas integrais do município de Gravatá-PE

Caruaru
2021

LUCAS PEREIRA REGIS AFONSO

**O ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DE INVESTIGAÇÕES: um estudo de caso em
escolas integrais do município de Gravatá-PE**

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

Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. Roberto Araújo Sá

Coorientadora: Profa. Dra. Ana Paula de Souza de Freitas

Caruaru

2021

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

A257e Afonso, Lucas Pereira Regis.
O ensino de química a partir de investigações: um estudo de caso em escolas
integrals do município de Gravatá-PE. / Lucas Pereira Regis Afonso. – 2021.
145 f.; il.: 30 cm.

Orientador: Roberto Araújo Sá.
Coorientadora: Ana Paula de Souza de Freitas.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Mestrado em
Educação em Ciências e Matemática, 2021.
Inclui Referências.

1. Química - Experiências. 2. Química (Ensino médio). 3. Aprendizagem centrada
no aluno - Pernambuco. 4. Aprendizagem baseada em problemas – Pernambuco. 5.
Educação integral - Pernambuco. I. Sá, Roberto Araújo (Orientador). II. Freitas, Ana
Paula de Souza de (Coorientadora). III. Título.

CDD 371.12 (23. ed.) UFPE (CAA 2021-236)

LUCAS PEREIRA REGIS AFONSO

**O ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DE INVESTIGAÇÕES: um estudo de caso em escolas
integrais do município de Gravatá-PE**

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

Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática

Aprovada em: 27/08/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Araújo Sá (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. José Ayrton Lira dos Anjos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral (Examinadora Externa)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar força e capacidade de lutar para continuar em busca dos meus objetivos

Agradeço aos meus pais, Antônio e Maria, que em toda minha vida foram exemplos de força, sempre me apoiando nas minhas escolhas e mostrando a importância da educação.

Agradeço a minha esposa, Amanda Pimentel, pelo companheirismo, amor e por vibrar sempre na conquista de meus objetivos. Sempre uma palavra de conforto nos momentos difíceis.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Roberto Araújo Sá, pela confiança depositada em mim e por todas as contribuições em toda minha trajetória acadêmica, desde a graduação.

Agradeço a minha orientadora, Prof. Dra. Ana Paula de Souza de Freitas, por todas as correções e incentivos para a conclusão deste trabalho. Foram muitos diálogos discutindo ideias sobre as atividades investigativas para a construção dessa dissertação.

Aos amigos, Naira Cabral e Lucas Fialho, pela amizade e companhia durante esta jornada, por todos os momentos que dividimos discutindo sobre nossas pesquisas, com certeza tornaram este ciclo mais leve e proveitoso.

A todos os professores do PPGEEM que contribuíram de alguma forma na conclusão deste trabalho.

Aos membros da banca pela disponibilidade e pelas contribuições neste trabalho.

Aos professores participantes desta pesquisa por toparem este desafio junto comigo.

RESUMO

O ensino de química deve fazer sentido para o aluno, de tal forma que o mesmo consiga compreender e enxergar a química no seu dia a dia. Desta forma, se faz necessário que os professores utilizem práticas que favoreçam as relações existentes entre o conhecimento científico e a realidade dos estudantes, bem como o desenvolvimento do seu senso crítico-argumentativo. Sendo assim, esta pesquisa teve como objetivo analisar as contribuições de uma proposta investigativa experimental na perspectiva de professores de química que atuam em escolas de tempo integral no município de Gravatá - PE. Para tanto, a coleta de dados se deu a partir de entrevistas que aconteceram antes e após o encontro que foi realizado com os professores para a socialização do material didático produzido. Os dados foram analisados com base na análise de conteúdo de Bardin e evidenciam que os professores admitem a importância de trabalhar a química de forma experimental, procurando fazer relações com o cotidiano dos alunos. Com relação ao uso de atividades investigativas, os professores conhecem pouco sobre a temática, de forma que esta metodologia é quase que inexistente em suas salas de aula. No entanto, a partir da socialização do material didático e da discussão dos percursos metodológicos inerentes a esta abordagem, os professores reconhecem as potencialidades das atividades investigativas para o desenvolvimento de uma formação integral do estudante, porém, reforçam a importância de processos de formação continuada para a socialização de experiências, como também momentos de discussão onde eles possam conhecer novas metodologias que tenham como objetivo buscar uma postura ativa do estudante no processo de aprendizagem. Espera-se que os conhecimentos gerados a partir dessa pesquisa sejam colocados em prática pelos professores e que dessa forma a distância existente entre universidade e sociedade tenha sido reduzida.

Palavras-chave: química experimental; ensino de química; atividades investigativas.

ABSTRACT

The teaching of chemistry must make sense to the student, in such a way that he can understand and see chemistry in his daily life. In this way, it is necessary that teachers use practices that favor the existing relationships between scientific knowledge and the students' reality, as well as the development of their critical-argumentative sense. Thereby, this research aimed to analyze the contributions of an experimental investigative proposal from the perspective of chemistry teachers who work in full-time schools in the city of Gravatá - PE. Therefore, data collection took place from interviews that happened before and after the meeting that was held with the teachers to the socialization of the didactic material produced. Data were analyzed based on Bardin's content analysis and show that teachers admit the importance of working chemistry in an experimental way, seeking to make relationships with the students' daily lives. Regarding the use of investigative activities, teachers know little about the subject, so this methodology is almost non-existent in their classrooms. However, from the socialization of teaching material and the discussion of the methodological paths inherent in this methodology, the teachers recognize the potential of investigative activities for the development of comprehensive student education, however, they reinforce the importance of continuing education processes for the sharing of experiences, as well as moments of discussion where they can learn about new methodologies that aim to seek an active posture of the student in the learning process. It is expected that the knowledge generated from this research is put into practice on the school floor and that, in this way, the distance between the university and society is minimized.

Keywords: experimental chemistry; chemistry teaching; investigative activities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Componentes básicos e dimensões de uma SD	30
Figura 2 -	Capa do material didático	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais.	29
Quadro 2 –	Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 1ª pergunta da entrevista inicial	39
Quadro 3 –	Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 2ª pergunta da entrevista inicial	42
Quadro 4 –	Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 3ª pergunta da entrevista inicial	46
Quadro 5 –	Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 4ª pergunta da entrevista inicial	52
Quadro 6 –	Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 5ª pergunta da entrevista inicial	55
Quadro 7 –	Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 1ª pergunta da entrevista após discussão do material didático	67
Quadro 8 –	Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 2ª pergunta da entrevista após discussão do material didático	70
Quadro 9 –	Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 3ª pergunta da entrevista após discussão do material didático	72
Quadro 10 –	Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 4ª pergunta da entrevista após discussão do material didático	75
Quadro 11 –	Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 5ª pergunta da entrevista após discussão do material didático	77

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo geral	12
2.2	Objetivos específicos	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1	Reflexões sobre o contexto do ensino de química no Brasil	13
3.2	Implicações da formação docente no processo de ensino e aprendizagem	15
3.3	As atividades investigativas	18
3.3.1	<i>O contexto histórico das atividades investigativas</i>	18
3.3.2	<i>O ensino de química a partir de atividades investigativas</i>	22
3.3.3	<i>O ensino de química experimental investigativo</i>	24
3.4	A aprendizagem baseada em problemas	26
3.5	Elementos de uma sequência didática	30
4	METODOLOGIA	33
4.1	Classificação da pesquisa	33
4.2	Participantes e campo da pesquisa	34
4.3	Instrumentos para coleta de dados	35
4.4	Procedimentos para coleta de dados	36
4.5	Análise e interpretação dos dados	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1	Análise das entrevistas	39
5.2	Elaboração do material didático	62
5.3	Encontro com os professores	65
5.4	Análise das entrevistas após apresentação do material didático	66
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
	REFERÊNCIAS	82
	APÊNDICE A – ROTEIRO PARA ENTREVISTA	89
	APÊNDICE B – MATERIAL DIDÁTICO PRODUZIDO	90
	APÊNDICE C – ROTEIRO PARA ENTREVISTA APÓS ENCONTRO	145

1 INTRODUÇÃO

As pesquisas na área da educação, mais especificamente na área das metodologias de ensino, mostram que o ensino de química nas escolas brasileiras ainda segue uma proposta conservadora, em que o aluno é passivo durante a maior parte do processo de ensino e aprendizagem (TONIDANDEL, 2007; LEITE; LIMA, 2015; LIMA, 2016; SILVA *et al.*, 2017). Por outro lado, é sabido que atividades práticas podem proporcionar uma contribuição relevante para o processo educacional da química, no entanto, isso não implica dizer que estas práticas têm se tornado uma constante nas salas de aula brasileiras. Visto que, o que se percebe, geralmente, é a ausência de práticas investigativas, inclusive experimentais, e a utilização de sequências didáticas que não estimulam a participação ativa dos estudantes em termos de processos reflexivos acerca da mobilização de conceitos, de procedimentos, de atitudes, pois na maioria das vezes se utilizam de roteiros experimentais totalmente engessados, nos quais o aluno apenas segue uma “receita de bolo” sem fazer uma reflexão do que está sendo feito (SANTOS; GALEMBECK, 2018).

Além do mais, é preciso que durante o processo de ensino e aprendizagem, o professor atue como um mediador em sala de aula e não como o detentor do conhecimento. Ou seja, o docente deve ser enxergado como um guia que cria o ambiente adequado para que o aprendizado seja alcançado. Sobre isso, Valente, Almeida e Geraldini (2017, p. 458) destacam “como um dos desafios à educação, o repensar novas propostas educativas que superem a instrução ditada pelo livro didático, centrada no dizer do professor e na passividade do aluno”. Na atualidade deve-se adotar metodologias que tragam o estudante para o centro do processo, deve-se também levar em conta o conhecimento prévio do aluno e analisar a participação e construção do conhecimento do mesmo em sala de aula, analisando assim todo o processo, não apenas o produto final.

Para isso, a proposta deste trabalho teve como foco as atividades investigativas, que possibilitam ao professor atuar como mediador do processo de ensino e aprendizagem, enquanto que o aluno atua de forma ativa e reflexiva na construção de sua aprendizagem, aguçando, assim, seu senso crítico e

investigativo, e desta forma, indo em direção contrária as metodologias tradicionais¹. Nesta perspectiva de ensino, Sasseron (2015) salienta que a investigação deve favorecer um ambiente em que o estudante consiga, a partir da (re)formulação sucessiva de hipóteses, a explicação de fenômenos, bem como mudanças conceituais e a significação de leis, teorias, modelos, entre outros.

Sendo assim, considerando-se a hipótese de que as práticas experimentais, quando usadas, estão centradas em uma perspectiva exclusivamente reprodutora de procedimentos (acrítica, pouco reflexiva) levou-nos a levantar como questão de pesquisa: quais as contribuições das atividades investigativas experimentais para o ensino de química com base em um material didático elaborado com sequências didáticas nessa perspectiva a partir do olhar de professores de escolas integrais de Gravatá? A escolha por atividades investigativas se deu devido ao fato que esta tem como característica básica trazer o estudante para o centro do processo educacional, em que o mesmo vai atuar de forma ativa na construção do seu próprio conhecimento a partir da elaboração de hipóteses, pesquisas, socializações, entre outras etapas inerentes a esta abordagem de ensino.

Com base nestes apontamentos, a presente pesquisa buscou analisar as contribuições de uma proposta investigativa experimental para o ensino de química na perspectiva de professores que atuam em escolas em tempo integral no município de Gravatá-PE.

¹ É o ensino por transmissão-recepção que entende o conhecimento como algo a ser recebido de forma acrítica pelo estudante, de modo que cabe ao mesmo apenas memorizar grandes quantidades de informações, sem fazer uma conexão deste conhecimento com a realidade na qual está inserido (SCHNETZLER, 2004).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar as contribuições de uma proposta investigativa experimental para o Ensino de Química na perspectiva de professores que atuam em escolas de tempo integral no município de Gravatá – PE.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar se as atividades da disciplina de Química experimental em escolas de tempo integral envolvem elementos de uma abordagem investigativa.
- Analisar as concepções de professores de Química sobre atividades investigativas em escolas de tempo integral no município de Gravatá - PE.
- Elaborar um material didático em consonância com as demandas e desafios relatados por professores em relação a atividades investigativas experimentais para abordagem de conceitos químicos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo é destinado a fazer breves considerações acerca dos temas abordados nesta pesquisa. O primeiro tópico traz uma abordagem de como se configura o ensino de química no Brasil através de reflexões sobre como são abordados os conceitos químicos em sala de aula, assim como quais são as dificuldades enfrentadas pelos professores no exercício de sua prática docente. Logo em seguida, faz-se considerações sobre as implicações da formação docente na prática do futuro professor. Continuando, inicia-se debates acerca das atividades investigativas, em que se discute sua origem, conceituação, abordagem em sala de aula, bem como a resolução de problemas que é a premissa básica das atividades investigativas. E por fim, são relatados os elementos de uma sequência didática (SD), em que foi discutido as dimensões que devem ser levadas em conta no planejamento dela.

3.1 Reflexões sobre o contexto do ensino de química no Brasil

Não é preciso muito esforço para perceber como a disciplina de Química é vista pelos estudantes na educação básica das escolas brasileiras, visto que normalmente há uma falta de interesse pelos conteúdos abordados, o que tem contribuído para a construção de uma visão distorcida desta ciência, ao ponto de considerarem que a mesma não faz parte de suas vidas (LEITE; LIMA, 2015). E isto se reflete nos instrumentos de avaliação oficiais, como o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), que retratam em si resultados negativos ou aquém do esperado (QUADROS *et al.*, 2011).

Diversos fatores corroboram para este acontecimento, assim, segundo Quadros *et al.* (2011) há uma sinalização dos professores ao creditarem que as dificuldades de aprendizagem dos estudantes estejam ligadas a fatores sociais que são externos à escola. Por outro lado, alguns órgãos associam essas dificuldades de aprendizagem aos professores, ao afirmarem que os mesmos não inovam nas suas práticas pedagógicas ao ponto que colocam seus interesses pessoais acima das necessidades dos alunos (QUADROS *et al.*, 2011). Sobre isso, Krawczyk (2003) afirma que é importante lembrar as condições de trabalho estruturais e salariais as quais os professores são submetidos, como também a ausência de políticas

curriculares e voz ativa dos docentes nas escolhas de políticas educativas que proponham mudar essa realidade, para que possamos compreender a cultura e prática docente que é praticada no Brasil. Sendo assim, inúmeras pesquisas tentam investigar meios em que essas adversidades possam ser superadas.

Atualmente, as pesquisas no âmbito do ensino de química centralizam seus esforços para analisar a ação dos professores em sala de aula, analisar o livro didático, propor modelos de ensino para as abordagens de diversos conteúdos, entre outros. Nesta perspectiva, Schnetzler (2002) apresentou um “estado da arte” das pesquisas em ensino de química no Brasil a partir de um levantamento bibliográfico de artigos em diversas revistas a fim de inferir estas tendências. Apesar do artigo ter sido elaborado a quase 20 anos, os dados relatados por ele ainda são, infelizmente, realidade no âmbito das pesquisas em ensino de química. A autora afirmou que os trabalhos que trazem contribuições significativas para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem e que naturalmente poderiam ser aplicados no dia a dia escolar, infelizmente “não chegam à maioria dos professores que, de fato, fazem acontecer o ensino nas escolas desse imenso país” (SCHNETZLER, 2002, p. 22).

Sendo assim, as práticas pedagógicas utilizadas nas salas de aula do Brasil tomam como base o modelo de ensino conservador, pautado na acumulação de conhecimento a partir de uma metodologia, exclusivamente, focada na verbalização do conteúdo pelo professor de forma desarticulada e distante do cotidiano dos professores e alunos (LIMA, 2012). Esta abordagem química quase que exclusivamente teórica, ou seja, sem levar em consideração a essência experimental da química é outro fator que corrobora para a dificuldade de aprendizagem, desmotivação e desinteresse dos estudantes por esta ciência.

Quanto à natureza experimental, Lima (2016, p. 25) afirma que “essas atividades geralmente são realizadas muito raramente, apresentando várias deficiências e falhas quanto a metodologia utilizada no seu desenvolvimento”. Ou seja, as atividades experimentais não são enxergadas como uma maneira do estudante compreender como se é construído o conhecimento científico, a partir de questionamentos, hipóteses, discussões, entre outros fatores que superam, por muitas vezes, o espaço da sala de aula. No entanto, percebe-se que essas atividades experimentais são utilizadas em sala de aula, apenas como uma mera

confirmação de ideias que foram antes apresentadas pelo professor, desta forma, reduzindo a potencialidade deste instrumento pedagógico (BRASIL, 2002).

Essas práticas, inclusive, estão indo em desacordo com as recomendações para o ensino de Química relatadas na nova Base Nacional Comum Curricular – BNCC, a qual retrata que é competência geral da educação básica

exercitar a curiosidade intelectual e recorrer a abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (BRASIL, 2018, p. 9).

Desta forma, reforça-se que o ensino na educação básica deve favorecer uma postura ativa do estudante durante o processo de ensino e aprendizagem, uma vez que práticas conservadoras de ensino não favorecem o desenvolvimento das competências propostas na BNCC. No que tange o ensino das disciplinas que compõem as ciências da natureza, a BNCC reforça que esta área “deve contribuir com a construção de uma base de conhecimento contextualizado, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos” (BRASIL, 2018, p. 537). Portanto, mais uma vez, ressalta-se a importância da utilização de metodologias ativas de ensino para a aprendizagem de conceitos científicos, mas também é destacado que deve-se formar cidadãos críticos-argumentativos e autônomos que desenvolvam atitudes e valores.

Nesta perspectiva, ao se analisar com profundidade, diversos fatores colaboram para que o ensino de química não melhore de forma significativa, porém, cabe ao professor exercer seu papel também de pesquisador e procurar novas metodologias que possibilitem uma mudança no paradigma instituído na abordagem dos conteúdos, principalmente, a partir de práticas que consigam diminuir a distância entre o conhecimento químico e o cotidiano estudantil. Essas adversidades acima citadas, por muitas vezes, estão diretamente relacionadas com o tipo de formação docente que o professor vivenciou durante sua graduação, desta forma, implicando significativamente na sua prática pedagógica e no processo de ensino e aprendizagem.

3.2 Implicações da formação docente no processo de ensino e aprendizagem

É incoerente falar da formação de professores sem levar em conta os aspectos históricos que contextualizam boa parte dos problemas que presenciamos,

ainda hoje, nas licenciaturas. Falando mais precisamente dos cursos de licenciatura em Química, percebe-se que os mesmos foram estruturados por muito tempo no modelo “3 + 1” (PEREIRA, 2000). Ou seja, as disciplinas da área específica tinham maior relevância na formação do profissional, enquanto que as disciplinas de cunho pedagógico eram vistas apenas no último ano, sem necessariamente uma articulação entre esses dois campos (PREDEBON, 2009).

Portanto, enraizado no processo de formação do licenciado em química, já se percebe uma fragmentação entre as áreas de conhecimento e uma falta de importância dada às disciplinas metodológicas. Para Maldaner (2000) esta fragmentação causa ao professor um sentimento de vazio, pois são duas vertentes diferentes, compreender o conteúdo químico (o que ensinar) e saber aplicá-lo em um processo de mediação pedagógica (como ensinar).

Nessa perspectiva, com o objetivo de diminuir esta fragmentação, a Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional (LDBEN), lei 9.394/96, trouxe à tona discussões que objetivavam a articulação entre a teoria e a prática na educação básica. Além disso, a fim de suprir as carências provenientes do modelo “3+1”, as licenciaturas também passaram por uma reformulação através das Diretrizes Curriculares para a Formação de Professores da Educação Básica, parecer CNE/CP 009/2001, a partir do momento que incentivavam um olhar mais atento para as disciplinas práticas presentes nos currículos dos cursos de licenciatura.

Com relação ao processo de ensino e aprendizagem, a BNCC reforça que o professor deve utilizar práticas que favoreçam a formação de um estudante crítico e autônomo, “entendendo a crítica como a compreensão informada dos fenômenos naturais e culturais, e a autonomia como a capacidade de tomar decisões fundamentadas e responsáveis” (BRASIL, 2018, p.463). Desta forma, para atingir estes objetivos, se faz ainda mais necessário uma formação docente sólida, onde o mesmo deve ser capaz de buscar uma articulação entre a teoria e a prática, mas não somente entre as disciplinas específicas e experimentais da sua área de atuação, mas que também procure desenvolver práticas de ensino que leve o estudante a compreender as relações existentes entre o conhecimento aprendido na escola e sua aplicação na sociedade, para que desta forma possa cumprir com as orientações prescritas nos discursos legais.

Sendo assim, a formação de professores numa perspectiva sólida e menos fragmentada tem papel fundamental, sendo considerada o ponto de partida para

difusão de práticas que são aplicadas, principalmente, na educação básica. Sendo assim, a universidade assume papel crucial, pois é a instituição que forma esses profissionais, como também pode provocar mudanças positivas em todas as instâncias de ensino (PREDEBON, 2009).

Sobre isso, Pagotto (1998, p. 377) reforça a importância da universidade no processo de melhoria/reflexão da prática docente ao afirmar que é “no seu interior que se desenvolvem práticas e pesquisas que têm permitido conhecer as necessidades da formação do professor e oferecer contribuições para melhorá-la”. No entanto, por muitas vezes, percebe-se um distanciamento entre o mundo acadêmico e o do exercício profissional, fazendo com que essa melhoria não chegue de fato ao chão da escola. Outro fator que também reforça este distanciamento é a falta de interesse de alguns professores que, por muitas vezes, desestimulados pelos desafios inerentes a carreira docente já não buscam mais outros caminhos para o aprimoramento profissional (MALDANER, 2000; TARTUCE; NUNES; ALMEIDA, 2010; AGUIAR, 2006).

Por isso, se faz necessário o processo de formação continuada, pois proporciona ao docente um momento de reflexão crítica da sua prática. Além disso, também tem como objetivo preencher as lacunas existentes pela formação inicial. No entanto, segundo Lima (1996) as formações continuadas não estão atingindo seus objetivos por diversos motivos. A primeira discussão remete a duração das formações continuadas, pois tendo em vista que acontecem em apenas um dia ou em apenas um turno, não proporcionam tempo hábil para que o docente compreenda, analise e adeque o que está sendo discutido a sua prática docente. O segundo fator está relacionado ao surgimento diário de novos desafios e a necessidade de socialização dos problemas para uma eventual superação. Por fim, como última problemática, a autora relata a dificuldade que os professores possuem em ir em direção ao desconhecido, ou seja, habituados a utilizar apenas uma forma de “ensinar” o conteúdo aos alunos, o docente sente-se receoso quando apresentado a uma nova forma de condução do processo de ensino e aprendizagem.

Ainda nessa perspectiva, Altenfelder (2005, p.1) reforça este desencontro existente entre os professores que atuam em sala de aula e os profissionais responsáveis pela formação ao afirmar que:

Os professores, muitas vezes, ao avaliarem os processos de formação mencionam sentimentos como o de serem usados como objetos de pesquisa, de não serem respeitados em seus interesses, necessidades, ritmo e processo, ou apresentam queixas como dicotomia entre teoria e prática por parte dos formadores e sobre a falta de isomorfismo entre a formação que recebem e o tipo de educação que lhes é pedido que desenvolvam. Os formadores, por seu lado, apontam nos professores resistência, medo de mudar, pouco comprometimento e falha na formação inicial.

Diante das problemáticas acima citadas, é necessário que as formações tenham como premissa básica a resolução de problemas que sejam originados no chão da escola, para que desta forma a formação continuada tenha significado para os professores que atuam na instituição, motivando-os a participarem. Além disso, é necessário que as formações abordem práticas que possam ser aplicadas no dia-a-dia escolar, bem como atinjam as necessidades da contemporaneidade, uma dessas abordagens são as atividades investigativas.

3.3 As atividades investigativas

As atividades investigativas é uma abordagem que tem como premissa básica uma ressignificação na postura do estudante durante o processo de ensino e aprendizagem, a partir do momento que procura desenvolver no aluno o senso crítico-argumentativo ao ponto de que o mesmo não seja mero reprodutor do que é discutido em sala de aula, mas que também consiga compreender as problemáticas envolvidas em uma determinada situação e que a partir dessa compreensão, elabore conclusões fundamentadas nos resultados obtidos a partir do seu processo de investigação. Nesta perspectiva, os próximos tópicos trazem uma discussão sobre esta metodologia, a partir do entendimento do seu surgimento, como também das potencialidades das práticas investigativas para promover um processo de ensino e aprendizagem de conceitos químicos em que o aluno seja o centro deste processo e o professor um mediador.

3.3.1 O contexto histórico das atividades investigativas

Ao se estudar a história do desenvolvimento do ensino de ciências nas escolas do Brasil e do mundo, percebe-se inúmeros tipos de compreensões e objetivos acerca de como deve ser trabalhado o ensino desta área. Isso está relacionado com as diversas mudanças que a sociedade vem passando, desde os

aspectos políticos, como também os aspectos históricos, econômicos, filosóficos e sociais. Durante a metade do século XIX até a atualidade, surgiram várias tendências para o Ensino de Ciências que não tomaram força no Brasil, mas de forma oposta, tiveram relevância em países da Europa e nos Estados Unidos. Uma das tendências é o *Inquiry*, também conhecido como ensino por investigação, ensino por descoberta, aprendizagem por projetos, resolução de problemas, entre outros (ZOMPERO; LABURU, 2016). Esta tendência teve grande influência do filósofo e pedagogo americano John Dewey e tinha como perspectiva de ensino possibilitar “o raciocínio e as habilidades cognitivas dos alunos, como também a cooperação entre os estudantes” (ZOMPERO; LABURÚ, 2016, p. 13).

Dessa forma, compreende-se que John Dewey já percebia que a educação de ciências voltada para a memorização de fórmulas e resolução de exercícios (educação estatística) não conseguia formar o aluno para os desafios do novo mundo. Dewey propôs então a perspectiva investigativa nas escolas com o objetivo de superar duas questões: a) os alunos aprendem os conceitos técnicos, mas não entendem como surgiu esse conhecimento; e b) os alunos não são incentivados a fazer relações do conceito técnico aprendido com o seu cotidiano (TRÓPIA, 2009). Percebe-se, com base nos problemas apresentados por Dewey, que as atividades investigativas têm como um dos objetivos superar a passividade do aluno, trazendo-o para o centro do processo educacional, onde o mesmo deve buscar seu próprio conhecimento, a partir de pesquisas, análises, reflexões, comparações, interpretações, entre outras etapas.

O *inquiry* teve sua origem nos Estados Unidos e foi recomendado a educação científica americana a partir do livro *Logic: The Theory of inquiry* (*Lógica: A teoria da investigação*), publicado em 1938. Neste livro, Dewey incentivava uma participação ativa dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Bem como, compreendia que este processo deveria ser mais reflexivo, para isso Dewey propôs alguns passos: “apresentação de problema, formação de hipótese, coleta de dados durante o experimento e formulação de conclusão” (ZOMPERO; LABURÚ, 2016, p. 17). Esse problema que vai ser investigado pelos alunos deve estar em consonância com seu grau de intelectualidade e maturidade, desenvolvendo no estudante uma postura ativa para compreender e propor soluções para problemas da sociedade e não apenas uma educação voltada para o desenvolvimento de um raciocínio

indutivo. Ou seja, resolução de problemas de caráter social e a formação de um estudante crítico e cidadão (SILVA, 2018).

Como dito anteriormente, a compreensão acerca de educação que um determinado país coloca em vigor está diretamente relacionada aos aspectos políticos e econômicos de uma nação. Nos EUA não foi diferente, da mesma forma que o *Inquiry* foi recomendado tendo em vista a crise econômica que assolava os americanos devido à queda da bolsa de Nova Iorque (crise de 1929), esta abordagem foi duramente criticada, pois na segunda metade do século XX ocorria a guerra fria, em que os americanos e a União Soviética lutavam pela liderança mundial em termos tecnológicos e militares. Essas críticas, lideradas por vários cientistas e líderes industriais americanos, tiveram como ponto de partida o lançamento do satélite russo Sputnik para o espaço, em que os mesmos afirmavam que o ensino de ciências com base no *Inquiry* perdeu seu rigor acadêmico ao dar uma relevância muito grande aos aspectos de uma sociedade mais humanizada (ANDRADE, 2011; ZOMPERO; LABURU, 2016; BATISTA; SILVA, 2018).

Enquanto isso, no Brasil, durante a década de 50 e 60, foram colocadas em prática várias reformas curriculares que visavam corrigir carências atenuadas no período pós-guerra, quando o país sentia os efeitos da falta de matéria prima e produtos industrializados, por isso tinha como objetivo “superar a dependência e se tornar auto-suficiente” (KRASILCHIK, 2000, p. 86). Desta forma, uma das reformas foi introduzir no ensino de ciências a investigação científica, pois o processo de industrialização do Brasil estava diretamente relacionado a formação de novos pesquisadores e conseqüentemente o progresso da ciência e da tecnologia a partir do impulsionamento de novas pesquisas (ANDRADE, 2011).

A partir disto, o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura – IBCEC desenvolveu o projeto “iniciação científica” que tinha como objetivo a introdução de experimentos na sala de aula. Para isto, formulou kits que continham manuais de instruções e leituras complementares destinados ao ensino de Química, Física e Biologia (BATISTA; SILVA, 2018; ANDRADE, 2011). Esses kits foram comprados e disponibilizados pelo Ministério da Educação (MEC) nas escolas Brasileiras.

Além disso, a Lei 4.024 que trata das Diretrizes e Bases da Educação, de 21 de dezembro de 1961, também reforçou a importância do Ensino de Ciências ao aumentar a carga horária de Física, Química e Biologia que passaram a ser vivenciadas pelos estudantes a partir do 1º ano do Ensino Médio, visando

desenvolver no estudante a capacidade de tomada de decisão a partir da análise de informações e dados (KRASILCHIK, 2000). Pouco tempo depois, o Brasil passa por outra reforma política devido a ditadura militar que foi imposta ao governo Brasileiro e o ensino de ciências novamente sofre alterações, pois a partir da lei nº 5.692 de 1971, o ensino Brasileiro agora toma uma conotação muito mais profissionalizante, com o foco na formação de mão de obra para o mercado de trabalho (KRASILCHIK, 2000).

Em outro ciclo de mudanças, no final do século XX, a ênfase do ensino de ciências passou a ser a alfabetização científica, em que o aluno deve compreender “o mundo sob a perspectiva da ciência e da tecnologia, bem como seus condicionamentos sociais, políticos e econômicos” (BATISTA; SILVA, 2018, p. 98). Ou seja, competências que são contempladas em atividades investigativas. Ainda nessa perspectiva, as atividades investigativas foram inseridas nos PCNs ao reforçar que

é responsabilidade da escola e do professor promoverem o questionamento, o debate, a investigação, visando o entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o aluno (BRASIL, 1998, p. 62).

Nesse sentido, nota-se a preocupação em compreender a ciência em sua totalidade e não apenas na memorização de conceitos e fórmulas, bem como desenvolver no aluno a leitura, a argumentação, a criticidade, entre outras habilidades. Essa abordagem de ensino ainda permanece em evidência, tendo em vista que recentemente o MEC divulgou a Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio (BNCC) e podemos perceber que a mesma apresenta esta preocupação ao citar que o mundo deve ser apresentado ao estudante “como campo aberto para investigação e intervenção quanto a seus aspectos sociais, produtivos, ambientais e culturais” (BRASIL, 2018, p. 463).

No que se refere a abordagem de ciências, a BNCC explicita como objetos de conhecimentos e habilidades

Oferecer oportunidades para que eles, de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam vivenciar momentos de investigação que lhes possibilitem exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de observação, de raciocínio lógico e de criação, desenvolver posturas mais colaborativas e sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural e tecnológico (BRASIL, 2018, p. 330).

Percebe-se então que as tendências educacionais, mais especificamente, as atividades investigativas, foram mudando ao longo das décadas por diversos fatores. Na atualidade, é compreendida como uma abordagem que desenvolve no aluno a reflexão, indagação, discussão, observação e competências pertinentes ao fazer científico, de forma que provoque no aluno a postura ativa, desconstruindo a imagem do aluno apenas como receptor de informação passivo (CARVALHO, 2013). No entanto, apesar da nova BNCC trazer a possibilidade de avanços para a sala de aula, há algumas críticas sobre a sua implementação, como por exemplo: uma perspectiva integrada entre as disciplinas de Biologia, Física e Química (Ciências da Natureza), onde estas disciplinas terão uma menor carga horária disponível para a abordagem dos conteúdos, como também uma falta de clareza em como estas mudanças serão aplicadas e alinhadas com os professores nas escolas brasileiras (ALVES; MARTINS; ANDRADE, 2021; SILVA; SASSERON, 2020).

3.3.2 O ensino de química a partir de atividades investigativas

No que diz respeito ao ensino de química nas escolas brasileiras, é crescente a preocupação pela necessidade do uso de propostas didáticas que busquem criar ambientes educacionais que favoreçam a autonomia do aluno. Sabe-se que metodologias que propõem uma participação passiva do aluno em todo processo educacional não favorecem caminhos para que ele desenvolva sua aprendizagem de maneira satisfatória. Em contraponto, as atividades investigativas são enxergadas como uma das metodologias que vai em direção oposta ao tradicionalismo, pois busca instigar no aluno o papel de pesquisador, a partir do momento que o mesmo realiza pesquisas, inferências, hipóteses, debates, entre outras etapas (CARVALHO, 2013). Nesta perspectiva, Moraes, Neto e Ferreira (2014, p. 94) corroboram ao afirmar que estas atividades apresentam-se como:

[...] uma proposta de orientação didática que dá ênfase a questionamentos, situações-problema, desafios e debates abertos em sala de aula desenvolvendo a aprendizagem científica dos alunos. Essa abordagem centra-se no que o aluno pensa e faz e não somente naquilo que o professor faz e diz em aula, fomentando, dessa forma, uma melhor interação entre o professor e os alunos e entre esses. Diferente das outras perspectivas essa estimula os professores a serem questionadores, argumentadores, estimuladores e a propor desafios em sala de aula, e assim, são conduzidos a trabalhar conjuntamente com os conteúdos conceituais (saber sobre), conteúdos processuais (saber fazer) e conteúdos

atitudinais (ser), permitindo que os alunos participem da construção do seu próprio conhecimento.

Percebe-se a partir desta citação que essa proposta didática tem como principal característica a mudança de atitude/postura dos alunos, retirando-o da passividade e provocando o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias para compreensão da ciência, como também contribui para a formação de um cidadão crítico e autônomo.

A abordagem do ensino de química a partir de investigações traz o aluno para o centro do processo educacional ao passo que o mesmo será responsável por construir o próprio conhecimento, com a mediação do professor. Além disso, também proporciona a oportunidade, se bem trabalhada, de trazer para o campo da sala de aula o conhecimento prévio do aluno, haja visto que a partir de suas ideias, pode-se propor uma situação-problema, transformando o conhecimento em algo com significado para ele, mudando o conhecimento espontâneo do aluno para uma visão científica (CARVALHO, 2013).

Ainda nesta perspectiva, Campos e Nigro (2010, p. 19) reforçam a importância do conhecimento prévio do aluno ao afirmar que:

Ao lidar com o aluno, o professor não pode esquecer que esse aluno tem uma concepção, uma ideia, que pensa algo sobre o que está sendo estudado. E essas concepções do aluno sobre o assunto tratado em aula orientam sua aprendizagem, pois interferem na sua interpretação dos fatos, dos resultados dos experimentos e daquilo que o professor diz.

Então, trazer pra dentro da sala de aula o conhecimento prévio do aluno é primordial para que a aprendizagem aconteça de forma efetiva para ele, como também fornece informações ao docente para a elaboração da situação problema na etapa inicial da investigação

Para uma maior clareza sobre o que são propostas didáticas investigativas, CARVALHO (2018) destaca que são propostas didáticas em que o professor cria em sala de aula um ambiente onde o aluno é capaz de **pensar, falar, ler e escrever** sobre o tema proposto, ou seja, o aluno deve desenvolver estas características a partir do momento que vai **pensar** sobre a situação problema que está sendo trabalhada, traçar caminhos para a resolução da mesma, **ler** e compreender criticamente o que está sendo pedido com base em textos, vídeos, roteiros experimentais que surgirem na pesquisa, **falar** e argumentar sobre o conhecimento construído (defender sua hipótese) e por fim **escrever** com clareza as ideias

propostas e estruturadas em todo o percurso investigativo. Sendo assim, no processo de avaliação de uma sequência didática investigativa, deve-se levar em conta todas as etapas do processo, não apenas o produto final.

No entanto, mais especificamente retratando o ensino de química com um enfoque investigativo, percebe-se uma falta de compreensão dos professores acerca do tema, pois relacionam as investigações apenas com a realização de práticas experimentais. Sendo assim, quando as mesmas acontecem, são realizadas com a atuação do professor conduzindo todo o processo, ou quando liderados pelos estudantes, é visto apenas uma sequência de ações pré-estabelecidas em roteiros que não favorecem a discussão, comparando assim este ato a uma “receita de cozinha” (SANTOS; GALEMBECK, 2018).

Por outro lado, estudos como o de Vidrik e Mello (2016), Messeder e Oliveira (2017), Mendonça e Zanon (2017), Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010), Prsybyciem, Silveira e Sauer (2018) e Lima *et al.* (2018) que utilizaram atividades investigativas como recurso metodológico na abordagem de conceitos químicos revelam que desta forma os estudantes se sentem instigados a participarem do processo educacional a fim de procurar as respostas para os problemas apresentados, como também, conseguem identificar com maior clareza outros fenômenos químicos no seu cotidiano, desta forma, enriquecendo a construção do próprio conhecimento. Esta ideia também se aplica ao ensino de química experimental, tendo em vista que, a partir de uma abordagem investigativa, os estudantes também irão compreender as transformações químicas existentes em seu cotidiano de uma maneira mais clara, bem como não realizarão as etapas do processo experimental de forma acrítica.

3.3.3 O ensino de química experimental investigativo

Por muitas vezes, compreendida apenas como uma forma de se comprovar a teoria em laboratório, a Química experimental é de fundamental importância para se fazer articulações entre teoria e prática, como também para uma melhor compreensão dos fenômenos e transformações presentes no nosso dia a dia. É consenso entre os professores de química o papel significativo que a experimentação possui, mas ela por si só não garante a aprendizagem dos alunos, uma vez que não é suficiente para mudar a forma de pensar do estudante (BIZZO, 2002). Sendo assim, a experimentação deve ser enxergada como um caminho

didático-pedagógico que visa criar condições para que os discentes transformem suas concepções cotidianas em concepções científicas através da abordagem de problemas reais (PEREIRA, 2010). Nessa perspectiva, Guimarães (2009, p. 198) traz que

No ensino de ciências, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação. Nessa perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado.

Entretanto, percebe-se que por falta de clareza do real objetivo da experimentação, a mesma é utilizada apenas de forma reprodutiva sem se fazer uma reflexão do que está sendo trabalhado, favorecendo a passividade do aluno em todo o processo. Para Zanon e Freitas (2007, p. 94) a experimentação deve ser feita a partir de “questões investigativas que tenham consonância com aspectos da vida dos alunos e que se constituam em problemas reais e desafiadores”. Portanto, compreende-se que a aprendizagem se torna mais abrangente e consistente quando se toma como ponto de partida uma situação real para o estudante, pois o mesmo será capaz de ressignificar seu conhecimento inicial através de problematizações (GUIMARÃES, 2009).

Para isso, tomo como base as concepções da experimentação investigativa como fator que favorece a postura ativa do discente no processo de construção do seu próprio conhecimento, bem como permite mudança de atitude do professor a partir do momento que ele vai atuar como mediador em todo processo “problematizando, tematizando e contextualizando o experimento” (PEREIRA, 2010, p. 85).

Nesse sentido, Lewin e Lomascólo (1998, p.148) reiteram a importância da experimentação investigativa ao ponto que ela proporciona ao estudante:

A situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como “projetos de investigação” favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes, como curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas afirmações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais.

Portanto, aguçando o senso crítico do estudante ao ponto de desenvolver nele atitudes que transpassam a vida escolar, corroborando com a formação do

aluno cidadão. No entanto, os professores da educação básica relatam várias dificuldades para a implementação da experimentação em sala de aula, como: número excessivo de alunos, inadequação na infraestrutura, ausência de materiais, ou até mesmo a falta de um laboratório na escola (CASTRO; ARAUJO, 2012).

Diante dessa realidade, deve-se então procurar meios para driblar essas adversidades, para Rosito (2000, p. 206) é “possível realizar experimentos na sala de aula, ou mesmo fora dela, utilizando materiais de baixo custo, e que isto possa até contribuir para o desenvolvimento da criatividade dos alunos”. Dessa forma, o professor deve buscar por materiais alternativos do cotidiano do estudante para a confecção de suas práticas laboratoriais, como palha de aço, vela, açúcar, detergente, entre outros. Além disso, pode-se utilizar essa carência de materiais para realizar reflexões acerca da utilização destes na sua prática.

Sendo assim, para utilizar a experimentação na escola, deve-se ampliar o conceito de atividades experimentais e perceber que não se necessita de um espaço destinado exclusivamente para práticas laboratoriais. Dito isto, outra forma de suprir essa ausência nas escolas é a utilização de aplicativos de simulação, visitas a cozinha da escola, a feira livre, museus e outros espaços da comunidade, colaborando assim com a percepção do estudante de que a ciência está presente no contexto que ele está inserido. Porém, isto não exime os órgãos públicos de fornecerem melhores condições para os professores nos espaços escolares, mas “acredito que seja preciso superar a ideia de que a falta de um laboratório equipado justifique um ensino fundamentado apenas no livro texto” (ROSITO, 2000, p. 206).

Nessa perspectiva, uma forma de trabalhar conceitos químicos de forma experimental na escola é a partir da resolução de problemas, pois desta forma os estudantes a partir de pesquisas, análises, experimentos, discussões, socializações, terão como objetivo propor soluções para um problema, que por muitas vezes está inserido no seu dia a dia, favorecendo uma maior relação entre o conhecimento científico e o cotidiano do estudante.

3.4 A aprendizagem baseada em problemas

A aprendizagem baseada em problemas (ABP) ou em inglês *Problem Based Learning* (PBL) surgiu no final da década de 60 na faculdade de Medicina da Universidade McMaster no Canadá com o intuito de superar uma formação

predominantemente teórica ocorrida na época (FILATRO; CAVALCANTI, 2018). A priori era comum apenas a cursos da área de saúde (Medicina e Enfermagem) ou a cursos de pós-graduação (Mestrado e Doutorado), porém, devido aos bons resultados, passou a ser adaptada a outros componentes curriculares (SILVA, 2018).

Segundo Filatro e Cavalcanti (2018) a ABP é uma abordagem que tem como pressuposto inicial uma situação problema (real ou hipotética) em que os alunos vão se organizar de forma individual ou coletiva e a partir de estudos e pesquisas vão propor soluções para o problema estudado. Além disso, o professor/especialista, atuando como mediador do conhecimento, não tem por função dar a resposta direta aos alunos, mas sim propor caminhos que facilitem sua chegada ao conteúdo ou a pessoas que possam responder seus questionamentos específicos acerca do conteúdo (FILATRO; CAVALCANTI, 2018).

Vemos que na ABP, a situação-problema tem papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem, tendo em vista que é a partir dela que se tem o início da construção do conhecimento, além disso, ainda pode-se remeter a fala de Bachelard (1996) quando diz que “todo conhecimento é a resposta de uma questão”.

Segundo Carvalho (2013), a proposição de um problema para o aluno resolver é a principal diferença existente entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino que dá condições para o aluno construir seu conhecimento. No ensino expositivo, o aluno tem por objetivo seguir a linha de raciocínio dada pelo professor e tentar replicá-la, já quando o processo se dá através de uma situação-problema, a tarefa de raciocinar, refletir, buscar caminhos é feita pelo aluno, sendo assim, provocando uma posição ativa do discente no ato de aprender.

Sendo a situação-problema o ponto de partida para que todo o processo ocorra de maneira satisfatória, é muito importante discutir como deve ser feita a escolha e elaboração dela. Segundo Santos e Galembeck (2018, p. 883) um problema bem elaborado promove um “maior envolvimento do grupo, de modo que os alunos se sintam pertencentes à ação investigativa e não apenas cumprindo tarefas, além de alavancar a aprendizagem. Ainda falando sobre a elaboração do problema, é importante que o mesmo seja real e significativo para o aluno, ou seja, que o discente consiga enxergar este problema no seu dia a dia, pois desta forma há uma maior motivação dos alunos na resolução do problema (CARVALHO, 2011). Nesse contexto, Carvalho (2018, p. 771-772) destaca diversos pontos que norteiam um bom problema:

1. Dá condições para os alunos resolverem e explicarem o fenômeno envolvido no mesmo. 2. Dá condições para que as hipóteses levantadas pelos alunos levem a determinar as variáveis do mesmo. 3. Dá condições para os alunos relacionarem o que aprenderam com o mundo que vivem. 4. Dá condições para que os conhecimentos aprendidos sejam utilizados em outras disciplinas do conteúdo escolar. 5. Quando o conteúdo do problema está relacionado com os conceitos espontâneos dos alunos (DRIVER; GUESNE; TIBERGHIE, 1985), esses devem aparecer como hipóteses dos mesmos.

Percebe-se então uma importância no manuseio do conhecimento, de modo que o discente saiba interpretar o conteúdo, aplicá-lo e compreendê-lo em diferentes situações do cotidiano. No que se refere a problemas de cunho experimental, Carvalho (2018, p. 772) diz que bons problemas dão condições para que os alunos:

Passem das ações manipulativas às ações intelectuais (elaboração e teste de hipóteses, raciocínio proporcional, construção da linguagem científica). Construam explicações causais e legais (os conceitos e as leis).

Sendo assim, percebe-se uma preocupação com que o discente não apenas reproduza ações pré-estabelecidas sem realizar uma análise do que está sendo feito, mas que o aluno compreenda a prática e saiba explicá-la a partir da escrita fundamentada em conceitos e leis que expliquem o fato. Porém, por não estarem habituados a agir dessa forma em sala de aula, é comum que os alunos errem com frequência e aí entra o papel do professor em perceber a importância do erro na construção de novos conhecimentos.

Sobre isso, Carvalho (2017, p. 137) reforça que “o erro, quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio”. Portanto, este processo de ressignificação de conceitos e de reflexão da prática é um momento muito importante para essa tomada de consciência do discente no processo de construção do seu conhecimento, como também de mudança de atitude no processo de ensino e aprendizagem.

Essa mudança de atitude do discente que o instiga a pensar, argumentar, pesquisar, passar da ação manipulativa para a ação intelectual é chamada por Carvalho (2017) de liberdade intelectual dos alunos. Para isto, Carvalho e colaboradores desenvolveram um cenário (Quadro 1) que discute os graus de liberdade dados ao estudante em atividades experimentais.

Quadro 1 - Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais.

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: Carvalho; Ricardo; Sasseron; Abib; Pietrocola (2010, p. 55.)

Analisando o quadro acima, percebe-se que o grau 1 é caracterizado pelo ensino diretivo, pois ao se imaginar aulas experimentais aplicadas habitualmente nas escolas, o problema, a hipótese e o plano de trabalho são apresentados exclusivamente pelo professor e cabe ao aluno apenas colher os resultados previamente conhecidos e quando conseguem dados diferentes, os adequam para não errar na frente do professor e conseqüentemente não desenvolvem a confiança nos resultados obtidos por eles (CARVALHO, 2018). No grau 2, já se percebe uma atuação mais presente, mesmo que tímida, dos estudantes no processo, porém, este grau ainda é caracterizado como ensino diretivo pois ainda é o professor que orienta o trabalho. O grau 3 já se caracteriza como ensino por investigação, pois apesar do professor apresentar o problema, agora os alunos é que irão propor um plano de trabalho (com a mediação do professor), ou seja, os alunos é que estão com a parte de efetuar o raciocínio lógico intelectual (CARVALHO, 2018). No grau 4, nos deparamos com uma sala de aula já habituada com atividades investigativas e a tomar decisões para a resolução de problemas. E por fim o grau 5, que é muito difícil de ser encontrado no Ensino Fundamental e Médio, pois o problema, bem como todas as etapas do processo são orientadas pelo estudante (CARVALHO, 2018).

Então, a aprendizagem baseada em problemas é compreendida como uma metodologia ativa que pode proporcionar aos estudantes uma mudança de postura no processo educacional, como também favorecer a compreensão da dinâmica da realidade social ao propor soluções para problemas da sociedade. Tendo em vista essa reflexão, esta abordagem pode ser bem aplicada ao ensino de química ao ponto que pode provocar nos discentes uma maior facilidade em compreender os fenômenos químicos e suas aplicações no dia a dia, como também proporcionar uma maior empatia dos estudantes com este componente curricular, tendo em vista que vai em direção oposta a práticas conservadoras de ensino.

Desta forma, é importante que o professor tenha clareza dos objetivos que pretende alcançar ao propor sequências didáticas com enfoque investigativo, pois é nesse momento que o docente irá elaborar todas as etapas que serão desempenhadas pelos estudantes para que o processo de aprendizagem se concretize de maneira satisfatória.

3.5 Elementos de uma sequência didática

O planejamento de uma sequência didática (SD) é uma das etapas mais importantes no processo de ensino e aprendizagem, pois é nele que ocorre a estruturação de objetivos, conteúdos, metodologia aplicada, entre outros aspectos que serão tratados no processo. Sendo assim, se trata de uma “rede interligada de ações em busca da aprendizagem (NETO; CRUZ, 2018, p. 5). É nesse momento que o professor busca promover ações que permitam aos alunos estabelecer relações entre o conhecimento científico e o conhecimento cotidiano (SILVA, 2019). Porém, é importante destacar que não podemos enxergar este planejamento como algo infalível e imutável, pois, a partir do que for vivenciado e apresentado pelos alunos em sala de aula, pode-se levar o trajeto da aula por outro caminho, muitas vezes mais proveitoso do que aquele previamente pretendido.

Para Mehéut (2005 apud VILELA *et al.*, 2008) deve-se levar em consideração quatro componentes básicos na elaboração de uma SD, são eles: professores, alunos, mundo real e conhecimento científico. Ainda para esta autora, duas dimensões podem ser consideradas: a dimensão epistemológica e a dimensão pedagógica (Figura 1).

Figura 1 - Componentes básicos e dimensões de uma SD.



Fonte: Mehéut (2005 apud NETO; CRUZ, 2008)

A dimensão epistemológica (eixo vertical) representa a construção do conhecimento científico e as relações feitas para a compreensão do mundo material (MEHÉUT, 2005). Na perspectiva da resolução de problemas, pode-se relembrar a importância de problemas que envolvam o cotidiano (Mundo Material) dos alunos, pois desta forma o estudante se sente integrante do meio, como também ao propor soluções para os problemas, a partir de processos de elaboração e métodos consegue perceber que pode mudar sua realidade, tornando assim o conhecimento científico mais significativo para si.

Por outro lado, a dimensão pedagógica (eixo horizontal) está relacionada as interações existentes na escola entre o professor-aluno e aluno-aluno e como se dá esse processo de mediação (MEHÉUT, 2005). Fazendo também um comparativo com a aprendizagem baseada em problemas, a dimensão pedagógica pode ser vista na relação professor-aluno, quando o docente atua como mediador do conhecimento e a partir disto o aluno constrói de forma ativa o seu próprio aprendizado, já a perspectiva aluno-aluno é compreendida nesta teoria no momento em que as atividades são realizadas em grupo e quando há a socialização das conclusões obtidas pelos estudantes.

Com relação à validação de uma sequência didática de acordo com Mehéut (2005 apud VILELA *et al.*, 2008) pode ser feita a partir de dois processos: a validação externa/comparativa e a validação interna. A primeira é, na maioria dos casos, validada a partir de pré-testes e pós-testes, em que se tem como objetivo fazer um comparativo entre a abordagem e a aprendizagem proporcionada pela aplicação da SD em questão e o ensino tradicional, geralmente aplicado na abordagem da maioria dos conteúdos (NETO; CRUZ, 2018). Por outro lado, a validação interna é baseada numa análise da trajetória de aprendizagem, a partir da comparação dos objetivos esperados com os objetivos alcançados na proposição da SD.

Nesta pesquisa, tomando como base que a participação, motivação e interesse dos estudantes são favorecidos a partir da escolha adequada de estratégias, como também que a utilização de propostas investigativas experimentais podem formar os estudantes numa perspectiva crítica/reflexiva, consideramos a análise de conteúdo de Bardin (2011) como ferramenta analítica para compreender as percepções que professores possuem acerca das contribuições de sequências didáticas elaboradas nesta perspectiva. Nesse sentido,

este aporte será debatido no próximo capítulo, além de outras questões relacionadas ao percurso metodológico desta pesquisa.

4 METODOLOGIA

Este capítulo é dedicado a descrever o caminho metodológico adotado nesta pesquisa, os sujeitos participantes e contexto/campo e os instrumentos de coleta de dados, bem como as categorias de análise dos dados de pesquisa, visto que todo processo investigativo deve ter um paradigma metodológico que o sustente e que possa orientar todas as suas etapas de pesquisa.

4.1 Classificação da pesquisa

A presente pesquisa busca analisar as contribuições de uma proposta investigativa experimental para o ensino de química, na visão dos professores que atuam em escolas de tempo integral no município de Gravatá - PE. Sendo assim, se configura como uma pesquisa de natureza qualitativa, pois detêm seus esforços na explicação dos porquês, do significado que tais fenômenos possuem, desta forma, não se preocupando com a quantificação da realidade (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Ainda sobre esse tipo de pesquisa, Minayo (2009, p. 21) reforça este pensamento ao afirmar que a pesquisa qualitativa trabalha com o “universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes”. Portanto, tem como foco a compreensão dos fenômenos, centrado na dinâmica das relações sociais.

Quanto ao seu objetivo, esta pesquisa é classificada como exploratória, visto que há pouca discussão na literatura acerca do ensino de química nas escolas integrais de PE, sendo assim, a pesquisa exploratória tem como objetivo “proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito” (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 35).

Em relação aos procedimentos técnicos utilizados, classificou-se esta pesquisa como um estudo de caso, porque buscamos compreender a abordagem da disciplina de química experimental em escolas em tempo integral do município de Gravatá-PE, bem como analisar as contribuições de uma proposta investigativa experimental na concepção destes professores. Nesta perspectiva, trata-se do estudo “de uma entidade bem definida como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa, ou uma unidade social” (FONSECA, 2002, p. 33). Trata-se de compreender esta realidade específica que é a abordagem de química

experimental nestas escolas que fazem parte do Programa de educação integral de Pernambuco. Além disso, tendo em vista que serão pesquisadas 2 das 3 escolas integrais presentes no referido município, Gil (2008) afirma que o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um objeto de maneira a permitir compreendê-lo de forma completa. Ainda nesta perspectiva, Fonseca (2002) afirma que o estudo de caso tem como objetivo conhecer em profundidade o “como” e os “porquês” acerca de uma “situação específica que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico” (FONSECA, 2002, p. 33).

4.2 Participantes e campo da pesquisa

Esta pesquisa foi realizada com os professores que trabalham nas escolas em tempo integral do município de Gravatá-PE que lecionam a disciplina de Química Experimental. Este município possui 4 escolas que fazem parte do programa de educação integral do estado de Pernambuco, no entanto, as escolas semi-integrais e as escolas técnicas não possuem esta disciplina na sua grade curricular. Sendo assim, como este município possui 1 escola semi-integral e 1 escola técnica, trabalhou-se com 2 escolas em tempo integral. Devido a quantidade de alunos matriculados nestas instituições, cada uma delas possui 2 professores que lecionam a disciplina de química experimental, logo, esta pesquisa foi realizada com 4 professores. Nestas escolas, as turmas de Ensino Médio possuem 3 aulas semanais do componente curricular Química e 1 aula semanal do componente curricular Química experimental. A escolha de trabalhar com esta última se dá devido à ausência de uma orientação curricular que guie os docentes na condução das práticas desta disciplina. Sendo assim, acredita-se que isto corrobora para que na prática este componente curricular seja trabalhado de forma conservadora, favorecendo uma visão de ciência desconectada da realidade. Por esse motivo, as atividades investigativas vêm como uma metodologia que proporciona esta relação, como também favorece uma postura ativa do estudante, desenvolvendo seu senso crítico durante o processo de ensino e aprendizagem, fatores estes que são de extrema importância e imprescindíveis na abordagem de conceitos científicos na atualidade.

4.3 Instrumentos para coleta de dados

Os dados foram coletados a partir do registro em áudio das entrevistas semiestruturadas, como também vídeo-gravação da realização do encontro para a socialização do material didático. A seguir descrevemos as atividades executadas no decorrer do projeto:

1. Entrevista semiestruturada com Professores da Rede de ensino integral no município de Gravatá – PE.

A entrevista inicial (APÊNDICE A) teve como objetivo analisar quais as concepções que os professores de química da rede integral de Ensino têm acerca do componente curricular química experimental e com isso fazer um paralelo com a abordagem que o mesmo utiliza em sala de aula. A escolha da entrevista semiestruturada se dá devido ao fato que “oferece todas as perspectivas possíveis para que o informante alcance a liberdade e a espontaneidade necessária, enriquecendo a investigação” (TRIVIÑOS, 2015, p. 146). Ou seja, a entrevista é realizada fundamentada em questões que são formuladas com base em hipóteses e teorias na qual o investigador se embasa e a partir destas questões, podem surgir novos questionamentos que serão colocadas em pauta apoiadas nas informações dadas pelo informante (TRIVIÑOS, 2015). Além disso, na entrevista foi questionado aos docentes quais eram os conteúdos químicos que eles possuíam maior dificuldade em abordar e a partir das respostas deles escolhermos alguns para propor sequências didáticas investigativas que foram inseridas no material didático que foi elaborado.

2. Elaboração de um material didático com sequências didáticas investigativas

A elaboração de um material didático (APÊNDICE B) com sequências didáticas investigativas teve por objetivo familiarizar os professores com esta abordagem metodológica, como também auxiliá-los a partir de sequências de ensino investigativo já elaboradas que podem ser utilizadas pelos mesmos na suas práticas docentes em sala de aula. Para tanto, o material didático traz uma introdução aos pressupostos das atividades investigativas baseada na resolução de problemas. Em

seguida são apresentadas as sequências didáticas que partem de questões problemas que nortearão a investigação que será realizada por meio de atividades experimentais.

3. Encontro com os professores envolvidos na pesquisa para socialização do material didático

O encontro objetivou discutir as características de uma sequência didática com foco no ensino investigativo. Assim, foram apresentados alguns aspectos teóricos que embasam esse tipo de abordagem. Além disso, foi possível discutir com os professores pontos importantes na utilização de atividades investigativas, como: A elaboração do problema, a postura dos professores nessa abordagem metodológica, a autonomia discente, a importância da relação entre ciência e sociedade, entre outros. Discussões muito importantes para que estes profissionais, futuramente, possam construir suas próprias sequências didáticas investigativas, como também pudessem realizar um processo de reflexão sobre suas práticas docente.

4. Entrevista após socialização do material didático

Por fim, após a discussão com os professores sobre alguns dos aspectos teóricos envolvidos na abordagem de atividades investigativas, solicitou-se que eles analisassem o material elaborado e em seguida foi realizada uma segunda entrevista semiestruturada (APÊNDICE C) afim de inferir as opiniões dos mesmos acerca dessa proposta de ensino.

4.4 Procedimentos para coleta de dados

Foram realizadas duas entrevistas semi-estruturadas, onde a primeira foi norteadada por um roteiro com seis perguntas, sendo realizada de forma individualizada e em ambiente calmo e tranquilo, constando apenas a presença do participante e do pesquisador, sendo registradas através de áudio-gravação com aproximadamente 18 minutos de duração. Já a segunda entrevista foi realizada no final da coleta de dados, após a análise do material elaborado pelos professores,

esta última foi norteada a partir de um roteiro com cinco perguntas, sendo proposta com o objetivo de inferir a opinião dos docentes acerca do material didático, bem como a aplicabilidade do mesmo. Esta segunda entrevista foi realizada no mesmo formato da primeira, desta vez registrando aproximadamente 13 minutos de duração.

Após a primeira entrevista, foi realizado um encontro virtual com os professores de química, a partir da plataforma Google Meet, tendo em vista o momento de pandemia vivenciado no Brasil, a fim de conversar sobre os aspectos teóricos de uma abordagem investigativa, bem como socializar a abordagem de conceitos químicos a partir de atividades investigativas com base nas sequências didáticas contidas no material produzido.

4.5 Análise e interpretação dos dados

Para a análise dos dados obtidos nesta pesquisa foi utilizada a análise de conteúdo de Bardin (2011). A escolha desse método de análise foi feita com o intuito de explicar o conteúdo e o significado da mensagem, por meio de interpretações lógicas com base em critérios pré-estabelecidos pelo pesquisador. Além disso, segundo Bardin (2011, p.135), este método é utilizado para o estudo de “motivações de opiniões, de atitudes, de valores, de crenças, de tendências”. Sendo assim, a autora define a análise de conteúdo como:

Conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens (BARDIN, 2011, p. 48).

Nesta perspectiva, TRIVIÑOS (2015) faz uma colocação muito importante, reforçando que a análise de conteúdo de Bardin (2011), é um conjunto de técnicas, ou seja, todos os procedimentos utilizados nesta análise, como: classificação de conceitos, codificação, categorização, entre outros, são procedimentos indispensáveis que se o pesquisador não tiver clareza teórica-metodológica podem dificultar o processo de inferência.

Diante disto, a análise de conteúdo ocorreu em três etapas, conforme o método da autora acima citada que são: a pré-análise, a descrição analítica e a interpretação inferencial. A primeira etapa consistiu na escolha dos documentos

(constituição de um *corpus* de análise), a formulação de hipóteses a partir de uma leitura flutuante e a preparação do material para a análise. Neste primeiro momento da pesquisa, foi realizada uma leitura flutuante dos resultados obtidos da primeira entrevista realizada com os docentes, onde já foi possível realizar as transcrições dos áudios para uma melhor análise do material obtido. Este processo de transcrição acaba permitindo uma leitura dos dados que já torna possível o pesquisador construir algumas hipóteses acerca dos mesmos. Passada esta etapa, o material foi preparado para a análise e foi realizada uma leitura mais detalhada das entrevistas, em que foi possível realizar a segunda fase da análise de conteúdo, que foi a exploração do material. Neste momento, a partir de uma leitura minuciosa, foram criadas as categorias de análise (sistema de codificação), que permitiram uma maior organização e detalhamento dos dados obtidos. Esta etapa foi muito importante, pois quando bem construída permite uma maior riqueza nas inferências que serão realizadas. Por fim, após a criação destas categorias, iniciou-se a terceira fase da análise do conteúdo, onde, em posse das categorias de análise, foi possível realizar uma análise reflexiva dos dados obtidos, resultando nas interpretações inferenciais.

Com base nas interpretações realizadas do material proveniente da primeira entrevista realizada com os professores, foi elaborado um material didático com foco em atividades investigativas que foi disponibilizado com antecedência para os professores. Após a leitura do material didático pelos mesmos, foi realizado um encontro, onde foi discutido alguns aspectos metodológicos da abordagem de atividades investigativas e uma nova entrevista para inferir desses profissionais suas concepções acerca da utilização dessas práticas e suas potencialidades na formação integral do estudante. A partir desse novo material, as etapas da análise de conteúdo foram novamente realizadas para tratamento deste novo objeto de análise coletado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise das entrevistas

A presente pesquisa buscou analisar as contribuições de uma proposta investigativa experimental na área de ensino de química na perspectiva de professores que atuam em escolas de tempo integral no município de Gravatá – PE. Visto que há uma carga horária extra dedicada ao ensino experimental dos conceitos de química, além de que, geralmente, não há uma orientação pedagógica voltada ao respectivo componente pelos órgãos responsáveis.

Assim, a pesquisa propõe identificar como as aulas experimentais vem sendo desenvolvidas pelos professores e suas concepções sobre as atividades investigativas, também estamos propondo um material que possibilita uma abordagem ativa dos conceitos partindo de referenciais teóricos ligados as atividades investigativas a partir da resolução de um problema numa perspectiva experimental.

Para tanto, inicialmente foi realizada uma entrevista semiestruturada com 4 professores (identificados como P_X, P_Y, P_Z e P_W), que lecionam a disciplina de química experimental nas escolas do referido município, a fim de identificar suas compreensões acerca da temática, como também se suas práticas pedagógicas envolvem elementos de uma abordagem investigativa. Após as entrevistas, as mesmas foram transcritas e as categorias de análise foram criadas a partir do conteúdo das respostas dos docentes. A primeira categoria (Quadro 2) se refere à compreensão dos professores acerca do papel da experimentação no processo de ensino e aprendizagem.

Quadro 2 - Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 1ª pergunta da entrevista inicial

Questão 1: Você acredita que é importante trabalhar a química de forma experimental em sala de aula? Justifique.
Categorias
A experimentação possibilita associar o conceito químico ao cotidiano do estudante.
A experimentação pode ser utilizada para auxiliar o estudante na compreensão de conceitos químicos.

Fonte: O Autor (2021).

Na primeira categoria da questão 1, percebeu-se que três docentes relataram uma preocupação em fazer uma relação entre o conteúdo discutido em sala de aula e o cotidiano dos estudantes por meio da experimentação, isto é importante, pois estas conexões podem auxiliar o aluno na construção do seu conhecimento de forma mais efetiva. A fala apresentada a seguir mostra esse entendimento por parte do professor P_γ.

“fazer a experimentação muitas vezes serve como uma forma de onde e em que local aquilo se aplica, principalmente quando a gente começa a refletir a experimentação do ponto de vista de coisas que são mais corriqueiras a eles.” (P_γ)

O posicionamento do docente participante está em concordância com as diretrizes nacionais para a educação, visto que a importância do cotidiano no processo de ensino e aprendizagem tem sido reforçado na BNCC (BRASIL, 2018, p. 463) quando se afirma que:

[...] o mundo deve lhes ser apresentado como campo aberto para investigação e intervenção quanto a seus aspectos sociais, produtivos, ambientais e culturais. Desse modo, a escola os convoca a assumir responsabilidades para equacionar e resolver questões legadas pelas gerações anteriores, valorizando o esforço dos que os precederam e abrindo-se criativamente para o novo.

Neste sentido, busca-se dar um novo significado ao conhecimento de forma que desenvolva no estudante uma compreensão crítica da realidade ancorada nos conhecimentos científicos e tecnológicos, ou seja, trabalhar os conteúdos de forma contextualizada. A experimentação, quando trabalhada desta forma, possibilita ao estudante uma formação mais crítica, a partir do momento que o mesmo consegue fazer relações entre o conhecimento aprendido com temas do seu dia a dia, proporcionando uma compreensão mais completa da sociedade na qual está inserida. No entanto, o que se tem percebido, de modo geral, são abordagens experimentais semelhantes a “livros de receitas” ou experimentos pautados no estudo do cotidiano que centraliza seus esforços em ensinar conceitos químicos e visualiza a compreensão da sociedade em um plano secundário, não favorecendo o desenvolvimento de habilidades necessárias a vida do estudante (SUART, 2008).

Por outro lado, trabalhar a química de forma experimental como meio de associá-la ao cotidiano pode ter um caráter motivador que favorece a aprendizagem do estudante, pois, assim, ele pode conseguir identificar uma aplicação do conhecimento no mundo a sua volta, dando significado ao que está sendo estudado.

Assim, corroborando essa ideia, Oliveira (2010) afirma que durante a experimentação se deve utilizar de alguns recursos tais como: registro dos fenômenos observados, questionamentos, além de solicitar a participação do estudante no manuseio do mesmo, a fim de minimizar a dispersão dos alunos em sala de aula. Também, um ponto importante a ser considerado, é a diversificação de metodologias utilizadas a fim de evitar repetir sempre a mesma abordagem, pois pesquisas mostram que a partir do momento que a prática se torna rotineira para os estudantes, há uma diminuição na motivação de todos envolvidos no processo (MORAN, 2018).

Na segunda categoria, referente à questão 1, três professores destacaram o papel fundamental que as atividades experimentais têm na abordagem de conceitos químicos, ao afirmarem que os alunos compreendem o conteúdo de forma mais eficaz quando eles utilizam experimentos em sua prática pedagógica, fato observado na fala a seguir:

“Em sala de aula a gente já trabalhava, mesmo sem termos laboratório, já criávamos experimentos porque a fixação fica melhor para eles. Quando você vai trabalhar ácidos e bases, aí você faz o experimento, eles pegam melhor o assunto, eles assimilam mais o assunto com o experimento.” (P_w)

Entretanto, a experimentação não pode ser vista apenas como uma forma de “fixar” os conteúdos, pois como bem destaca Guimarães (2009, p. 198) ela “pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação”. Ou seja, no que se refere ao papel investigativo da experimentação, este permite que o estudante explore, elabore, supervisione ideias, favorecendo, desta forma, o desenvolvimento do seu cognitivo (HODSON, 1994).

Portanto, há diferentes tendências e formas de se compreender a experimentação, por isso, algumas pesquisas buscam identificar as melhores formas de se abordar o uso de práticas experimentais no processo de ensino e

aprendizagem de conceitos químicos. Nessa perspectiva, o livros didático, recurso geralmente utilizado pelos professores, poderia auxiliá-los neste processo, no entanto, estes muitas vezes “consistem em orientações do tipo ‘livro de receitas’, associadas fortemente a uma abordagem tradicional de ensino” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 177). Sendo assim, corroborando para uma abordagem acrítica da Ciência que não leva o estudante a refletir sobre suas ações.

Desta forma, compreender a experimentação apenas com o intuito de ensinar conceitos químicos é entendê-la de forma simplista e reducionista, sem levar em consideração todas as suas potencialidades. Por outro lado, conduzida com preparação e intencionalidade, a experimentação pode proporcionar nos estudantes o desenvolvimento da leitura, da argumentação, a curiosidade, a criticidade, o raciocínio lógico, a observação, habilidades estas que estão de acordo com a BNCC e que são necessárias durante toda sua vida estudantil. Portanto, é indispensável que os professores percebam os benefícios desta metodologia e a utilizem de forma correta para que isto possa acontecer de fato nas escolas. Pois, atualmente, é urgente uma educação que seja voltada para o desenvolvimento crítico do estudante para a compreensão da sociedade em que está inserido.

Como discutido anteriormente, na visão dos professores é importante abordar a Química de forma experimental, pois eles acreditam que isso pode auxiliar no entendimento dos conceitos químicos e fazer com que os alunos vejam significado naquilo que se aprende na escola. Sendo assim, questionou-se com que finalidade os professores utilizam a experimentação (Quadro 3).

Quadro 3 - Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 2ª pergunta da entrevista inicial

Questão 2: Com que finalidade você utiliza as práticas experimentais no processo de ensino-aprendizagem?
Categorias
A experimentação é utilizada como comprovação do que foi mostrado em sala de aula.
A experimentação como estratégia para introduzir os conceitos químicos

Fonte: O Autor (2021).

Na primeira categoria da questão 2, três professores vivenciam aulas experimentais a partir de abordagens de natureza verificativa, instigando assim, uma postura passiva do estudante no processo educacional. Como se observa nos relatos abaixo apresentado pelos docentes.

“Pelo que a gente vem trabalhando, experimento deve ser algo que eles vão comprovar, vão tirar as conclusões deles, confirmar ou não aquela hipótese que eles teriam, certo?” (P_x)

“Na maioria das vezes é para concretizar os conceitos que vimos na teoria.” (P_z)

A partir das colocações dos professores, observa-se que eles têm uma compreensão simplista sobre o papel da experimentação no Ensino de Química, entendendo que apenas a verificação ou a comprovação da teoria é suficiente para aprendizagem. No entanto, é preciso superar esta visão, uma vez que os experimentos não são realizados em um “vácuo teórico”, ou seja, todas as observações e inferências realizadas pelos alunos são baseadas em suas concepções prévias e compreensões da realidade, mesmo que isso seja feito de forma não intencional (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004).

Nesta perspectiva, Borges (2002, p. 296) critica esta abordagem ao afirmar que essas práticas experimentais

Não são relevantes do ponto de vista dos estudantes, já que tanto o problema como o procedimento para resolvê-lo estão previamente determinados; que as operações de montagem dos equipamentos; as atividades de coleta de dados e os cálculos para obter respostas esperadas consomem muito ou todo o tempo disponível. Com isso, os estudantes dedicam pouco tempo à análise e interpretação dos resultados e do próprio significado da atividade realizada.

Sendo assim, uma vez que os resultados esperados já são conhecidos pelos estudantes, o objetivo principal da prática é apenas o resultado correto, sem possibilidade de discussão. Conseqüentemente, podendo levar, em alguns casos, os estudantes a mascararem os resultados obtidos em suas práticas experimentais para alcançarem os resultados mais próximos do esperado. Além disso, este tipo de abordagem causa aos estudantes uma percepção simplista de ciência, onde entende o método científico apenas como uma série de ações pré-definidas afim de

chegar a generalizações cientificamente válidas. Esta percepção não leva em conta todas as etapas percorridas por um pesquisador na resolução de um problema, bem como considera o método científico como algo infalível e imutável (BORGES, 2002).

Percebe-se, então, que este formato pode ser pouco efetivo, pois não proporciona momentos de reflexão que façam com que o estudante consiga compreender a prática em sua plenitude, fazendo com que ele não consiga ressignificar suas concepções prévias, como também desenvolver suas habilidades de investigação e compreensão da natureza.

Sendo assim, muitos professores pensam que a função da experimentação é comprovar a teoria na prática, mas na verdade o ideal seria imaginar, justamente, que a partir da prática o estudante realizasse investigações, consolidando a teoria já estudada ou até mesmo que esta pudesse ser compreendida por meio da experimentação antes mesmo da sua abordagem teórica. Desta forma, desmitificando práticas que são comuns em algumas escolas brasileiras e instituindo abordagens que envolvem os alunos em um ambiente de curiosidade e descoberta constante que vão engajá-los em todo processo educacional.

Uma segunda categoria emergiu das falas dos professores, referente a questão 2, em que dois deles compreendem a experimentação como uma estratégia para introduzir o conhecimento científico nas aulas. Assim, eles afirmaram que utilizam a experimentação como ponto de partida para a abordagem de conceitos químicos, como se pode ver a partir de suas respostas.

“Eu utilizo como um experimento de ponto de partida. [...] quando você vai passando o conteúdo eles vão absorvendo melhor a partir do experimento [...] quando você vai para aula teórica, [...] eles começam a imaginar o que já viram antes dentro da prática.” (P_W)

“Ponto de partida como um tema instigador, algo que problematiza e que dá curiosidade [...], que inclusive é uma das coisas que eu gosto de trabalhar é essa questão da curiosidade.” (P_Y)

A partir dos comentários realizados pelos professores P_W e P_Y constatam-se duas maneiras diferentes de compreender a finalidade da experimentação no processo de ensino e aprendizagem. Assim, percebe-se que P_W, utiliza o

experimento em uma perspectiva demonstrativa, com intuito de que o aluno ao visualizá-lo consiga fazer relações entre o conhecimento teórico e o prático. Segundo Oliveira (2010, p. 147) estas atividades “são em geral utilizadas para ilustrar alguns aspectos dos conteúdos abordados em aula, tornando-os mais perceptíveis aos alunos e, dessa forma, contribuindo para seu aprendizado”. No entanto, este tipo de experimentação, normalmente, é utilizada em sala de aula sem possibilitar a reflexão, a elaboração de novas ideias, a formulação de hipóteses pelos estudantes, mitigando a eficácia dessa abordagem, uma vez que não desenvolve o poder de abstração e aprendizagem deles (ARAUJO; ABIB, 2003).

Ao utilizar a experimentação temos uma ótima oportunidade de desenvolver no estudante a educação científica possibilitando “o desenvolvimento conceitual e cognitivo dos alunos e permitir a eles evidenciar fenômenos e reconstruir suas ideias.” (SUART; MARCONDES, 2008, p. 3).

Por outro lado, para o professor P_Y , a experimentação pode ser usada para estimular a curiosidade do aluno, enfatizando que a mesma pode ser instigadora, problematizando e envolvendo os estudantes, deixando-os curiosos, estimulando-os a compreensão dos conhecimentos químicos.

Entretanto, para que isto aconteça, é importante que o professor aborde fatos da realidade do estudante, instigando-os a fazer conexões entre seu conhecimento prévio e o conteúdo em questão, de forma que ele consiga dar significado ao ato de aprender. Nesta perspectiva, Azevedo (2004, p. 21) destaca que

É importante que uma atividade de investigação faça sentido para o aluno, de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que a ele é apresentado. Para isso, é fundamental, nesse tipo de atividade, que o professor apresente um problema sobre o que está sendo estudado.

Sendo assim, apesar do professor P_Y comentar que busca problematizar a experimentação, não fica claro se esta problematização tem um viés investigativo. Visto que a experimentação problematizadora deve possibilitar o desenvolvimento de habilidades no estudante que não são observadas em práticas mais conservadoras, que cobram do aluno uma postura passiva durante o processo educacional. Sendo assim, é preciso que os professores vivenciem práticas experimentais que contribuam para formação de cidadãos críticos e autônomos.

No entanto, o que se tem vivenciado em algumas escolas são práticas experimentais, geralmente, pautadas na compreensão que os professores têm

acerca do papel da experimentação, o que pode acabar conduzindo a uma simplificação das atividades experimentais (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004).

Além disso, há outros fatores que podem contribuir para uma abordagem mais conservadora de química, tais como: falta de infraestrutura física; material didático insipiente; formação inicial defasada; falta de formação continuada, entre outros. Fatores estes que têm como consequências a ausência de práticas educacionais mais inovadoras que possibilitam uma postura mais ativa do estudante durante o processo de ensino e aprendizagem. Sendo assim, com o objetivo de identificar os desafios encontrados pelos professores para o desenvolvimento de aulas experimentais realizamos o questionamento apresentado no quadro 4.

Quadro 4 - Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 3ª pergunta da entrevista inicial

Questão 3: Quais são as maiores dificuldades enfrentadas por você para trabalhar conceitos químicos de forma experimental?
Categorias
Falta de infraestrutura das escolas.
A falta de formação inicial ou continuada na área de química.
A falta de uma orientação curricular.

Fonte: O Autor (2021).

Todos os professores comentaram sobre a falta de uma infraestrutura adequada para dar suporte as suas práticas experimentais, como reforçam as falas dos professores P_Y e P_W, que deram origem a primeira categoria da questão 3.

“A gente sabe que as escolas realmente são precárias de [...] infraestrutura.” (P_Y)

A partir das entrevistas com os docentes participantes desta pesquisa, constatou-se que as escolas em que estão trabalhando possuem laboratório de química, porém, os mesmos apresentam espaço reduzido, reagentes e vidrarias insuficientes, aspectos que dificultam, no ponto de vista dos professores, o uso da experimentação no processo de ensino e aprendizagem. Estas dificuldades são reforçadas pelos autores Silva e Zanon (2000, p.182) quando afirmam que:

Os professores costumam relatar que o ensino experimental é importante para melhorar o ensino-aprendizagem, mas sempre salientam a carência de materiais, número elevado de alunos por turma e carga horária muito pequena em relação ao extenso conteúdo que é exigido na escola.

No entanto, segundo Silva *et al.* (2009), este argumento que justifica a ausência de experimentos devido à falta de recursos não se sustenta atualmente, uma vez que revistas que dialogam sobre a Educação em Ciências, frequentemente, contêm experimentos de baixo custo que abordam os mais diversos conteúdos. Nesta perspectiva, a utilização de materiais de fácil aquisição e baixo custo surgem como uma alternativa para possibilitar uma maior utilização dessas práticas em sala de aula, uma vez que os mesmos podem facilmente ser encontrados na própria casa dos estudantes ou em supermercados, farmácias, entre outros.

Além disso, práticas que se pautam pela utilização de materiais de baixo custo viabilizam a utilização de metodologias que trazem o aluno para o centro do processo educacional, a partir do instante que poderão manusear os materiais, pensar estratégias para a resolução do problema e conseqüentemente realizar a investigação, de forma que é criado um ambiente em sala de aula que favorece a construção de conceitos de maneira mais sólida. No entanto, esse tipo de argumento ainda é utilizado pelos professores, isto é reforçado pela fala do Professor P_x apresentada a seguir:

“Eu vou colocar eles para fazer, para eles produzirem, só que isso leva um tempo de logística, de espaço, por exemplo, nosso laboratório mesmo não cabe 45 meninos, cabe 20 se couber muito, e então, nem sempre dá pra fazer com eles [...] fazendo as coisas e então muitas vezes é realmente uma coisa expositiva.” (P_x)

Desta forma, ao analisar a fala do professor P_x, percebe-se que as práticas experimentais realizadas por ele em sala de aula, acontecem numa perspectiva demonstrativa, mas dependendo de como ela seja conduzida pode dificultar o desenvolvimento de habilidades pelos estudantes, como reflexão, criatividade, comunicação e capacidade para resolver problemas. Entretanto, essas habilidades são primordiais para os estudantes, uma vez que serão requeridas na vida futura deles, por isto a perspectiva sobre o papel da experimentação devem ser centradas também no indivíduo e não apenas no conteúdo. Além disso, práticas experimentais compreendidas pelos professores numa perspectiva empirista, podem não provocar

no estudante uma sensação de motivação e desafio, que faz o mesmo querer participar da aula.

Por outro lado, Giani (2010) afirma que apesar da carência estrutural das escolas, o ponto principal que justifica a ausência de experimentações é a formação docente. A autora ainda afirma que de “nada adiantará um laboratório bem estruturado se os docentes continuarem com uma visão simplista a respeito da experimentação” (GIANI, 2010, p. 20).

Nessa perspectiva, a falta de uma formação docente na área de química, como também a ausência de uma formação continuada, também emergiram da fala dos entrevistados, dando origem a segunda categoria da questão 3. Este fato pode ser observado na resposta apresentada a seguir:

“Falta essa reciclagem de conhecimentos de reavaliar, fazer uma perspectiva diferente desses conhecimentos para que a gente possa propor novas estratégias, novos caminhos.” (P_γ)

Primeiramente, é importante ressaltar que com exceção do Professor P_w, todos os outros professores estão formados há 5 anos ou menos, ou seja, estão todos iniciando suas carreiras docentes e não foram formados no modelo “3 + 1” que tinha como premissa básica dar uma maior importância as disciplinas da área específica e enxergava as disciplinas metodológicas em segundo plano, sem fazer uma relação entre as duas áreas (PEREIRA, 2000; PREDEBON, 2009).

Sendo assim, pode-se concluir que como esses professores, teoricamente, possuem uma formação mais completa, tendem a compreender de forma mais clara o processo de mediação pedagógica entre o que ensinar e como ensinar. No entanto, esbarramos em outra problemática que é a natureza da formação inicial, ou seja, eles possuem formação inicial em área diferente da química. Desta forma, constatou-se que apenas o professor P_γ tem como formação inicial a Licenciatura em Química, enquanto que os demais são formados em Licenciatura em Ciências Biológicas.

Dessa forma, observou-se que há influência na prática pedagógica do professor devido à falta de formação inicial na área específica na qual atua, como pode-se constatar na fala do professor P_x.

“Não ter domínio de tudo que tem no laboratório, porque tem uma quantidade muito boa de máquinas que a gente poderia usar, deveriam ser usadas, mas nem todas eu domino.” (P_x)

Sobre isso, Silveira e Oliveira (2009, p. 3) afirmam que “sem uma formação inicial consistente, o educador não estará devidamente preparado para o enfrentamento de situações complexas, sejam elas nos aspectos teóricos e/ou didático pedagógicos no ensino das ciências.

Ainda nessa perspectiva, Sales (2017, p. 16) afirma que é no processo de formação inicial que há a “construção/apropriação de ferramentas (instrumentos e metodologias), que ao longo da prática docente vão sendo reconfiguradas e adaptadas às necessidades dos estudantes e do próprio ambiente de ensino e aprendizagem”.

Por outro lado, é sabido que todo o processo que configura a formação de um professor não ocorre apenas na formação inicial, sendo necessário políticas de formação continuada a fim de minimizar as dificuldades presentes no ensino de química na educação básica.

Outro aspecto destacado pelo professor P_Y é o distanciamento das formações com relação à realidade das escolas,

“Falta formação continuada e falta formadores que entendam que, a realidade da gente é essa, então é isso aqui que dá pra fazer na realidade que a gente tem. Coisas mais palpáveis, para não ficar muito distante porque senão termina esbarrando no problema anterior, fantasia muito, faz atividade e tal, projeta, propõe e ela não dar certo em metade das turmas.” (P_Y)

Sendo assim, o processo de formação continuada se configura como um momento de extrema importância para que o professor possa reestruturar e ressignificar sua prática docente, como também um momento para ele se motivar e consequentemente superar as angústias do ser professor e do ensinar (MALACARNE, 2007).

Esta preocupação é também reforçada por Pacheco (2019), quando afirma, que talvez haja alguma legitimidade nos comentários feitos por professores em processos de formações continuada quando se questionam sobre a aplicabilidade

daquelas abordagens no dia a dia escolar, tendo em vista que, por muitas vezes, temos formadores que são inovadores não praticantes que desconhecem as dificuldades presentes no “chão da escola”. Por isso, é importante que nos processos de formação continuada seja discutido as limitações impostas as práticas habituais e que seja explanado aos professores abordagens que possam ser realmente colocadas em prática.

Porém, a formação continuada no Brasil nem sempre consegue atingir seus objetivos, uma vez que, por muitas vezes, é elaborada sem levar em consideração a realidade dos professores, desta forma, não instigando-os a participarem da mesma. Por isso, é tão importante promover uma maior proximidade entre o mundo acadêmico e o do exercício profissional, para que se possa dar suporte a estes docentes a partir de formações que discutam soluções que deem condições para superar as dificuldades presentes no dia a dia escolar.

Na terceira categoria da questão 3, os professores destacaram a falta de uma orientação para o planejamento das atividades experimentais, como apresentado na fala do professor P_Z, a seguir:

“A gente não tem um currículo para estar se guiando, qual é a ordem cronológica que eu vou trabalhar os conteúdos, se eu tenho que obedecer o cronograma de professores diferentes, isso é complicado.” (P_Z)

Primeiramente devemos enfatizar que a orientação curricular aqui discutida vai em direção oposta à compreensão de currículo, por muitas vezes entendida nas escolas brasileiras, que a concebe como uma lista de conteúdos e objetivos a serem trabalhadas com os estudantes em sala de aula, onde é idealizada de maneira inflexível e normativa, não contribuindo por muitas vezes para sua execução de forma contextualizada e interdisciplinar (PINHEIRO; NASCIMENTO, 2018). Mas, sim como uma orientação curricular que se estrutura a fim de dar suporte ao professor no desenvolvimento e abordagem do conteúdo programático, respeitando assim sua autonomia docente. Esta falta de orientação foi mencionada também pelo professor P_Y em outro momento da entrevista quando respondia a quinta questão, como descreve a fala a seguir:

“[...] falta formação continuada para gente ter mais suporte para poder criar e inovar, falta orientação curricular mais transparente, por exemplo, a disciplina de química experimental ela foi criada e a gente até hoje não recebeu nenhuma orientação de como fazer isso, qual é a linha, quais são as propostas, quais são as metodologias, quais são os conteúdos que devem ser trabalhados nessa disciplina [...].” (P_Y)

Sobre isso, três dos quatro professores entrevistados afirmaram que a disciplina de Química Experimental não possui um currículo para orientá-los nas suas práticas pedagógicas desde que foi criada. Sendo assim, os mesmos têm dificuldades na elaboração do seu conteúdo programático, favorecendo para que na prática ocorra a repetição das mesmas atividades estruturadas para a disciplina de química. Esta falta de orientação corrobora para uma práxis pedagógica improvisada, em que cada professor vai estruturar a disciplina de uma forma diferente, tendo estruturas muito destoantes uma das outras, como o professor P_Z retratou na sua fala anterior.

Além disso, essa falta de uma orientação curricular também favorece a construção de planejamentos frágeis ou a ausência destes. O planejamento é uma das etapas cruciais no processo de ensino e aprendizagem, pois é nele que ocorre toda a estruturação de objetivos, conteúdos, metodologia aplicada, entre outros aspectos. Nesse sentido, Andrade (2008, p. 28) afirma que:

O planejamento de ensino trata de um processo, e não de documento real, de racionalização, organização e coordenação da atividade do professor buscando aproximar o máximo a realidade ao ideal. É uma práxis onde se reflete criticamente, questiona e avalia as ações e opções ao alcance do professor procurando atender as necessidades dos educandos.

Sendo assim, o planejamento deve ser entendido pelo professor como uma ação “inerente ao processo de ensinar e aprender” (ANDRADE, 2008, p.26), pois ao contrário disto, a prática docente estará submetida ao acaso, acarretando em aulas monótonas e desestimulantes. Desencadeando, assim, o desinteresse dos estudantes pela química.

Corroborando, o planejamento ao ser compreendido como um processo constante de reflexão da prática docente deve ser entendido como o instante em que o professor vai organizar toda sua prática pedagógica, ou seja, é um momento repleto de intencionalidade. Sendo assim, tendo como base a falta de infraestrutura

encontrada nas escolas, bem como a falta de uma orientação curricular para a disciplina de Química Experimental, foi questionado aos docentes se os mesmos conheciam o Ensino por Investigação (quadro 5), pois acredita-se que o mesmo se caracteriza como uma abordagem que pode ser utilizada nessas aulas experimentais.

Quadro 5 - Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 4ª pergunta da entrevista inicial

Questão 4: Você conhece o Ensino por Investigação? Se sim, qual sua compreensão?
Categorias
Conhece e associa o Ensino por Investigação à resolução de situações problemas.
O Ensino por Investigação proporciona autonomia ao aluno e este é o centro do processo de ensino e aprendizagem.

Fonte: O Autor (2021).

Na quarta pergunta da entrevista percebe-se a partir das respostas dos professores que três deles associam o Ensino por Investigação a utilização de situações problemas, porém, é válido ressaltar que a utilização desses problemas por si só, sem um processo de orientação e reflexão, não englobam todas as características deste modelo. Como pode-se observar na fala destacada a seguir do professor P_x.

“Eu não sei se isso é na lógica que eu trabalhei na minha graduação, não sei se é nessa perspectiva, eu vou te explicar mais ou menos como foi. Era uma situação problema que envolvia questões biológicas e a gente como aluno teria que ver as condições de realizar ou não aquela obra.” (P_x)

Em uma atividade investigativa a situação problema se configura como um ponto de partida que favorece um ambiente de busca por meio da investigação, esta deve ser pensada de forma que proporcione debates e discussões, bem como o levantamento de hipóteses, a formulação de argumentos, fazendo com que o estudante tenha uma postura ativa em todo processo educacional (SÁ; LIMA; JR,

2011; CARVALHO, 2013). Sendo importante lembrar que para que essas etapas ocorram de forma proveitosa deve-se ajustar a situação problema ao nível cognitivo e a realidade do estudante, principalmente quando eles não vivenciaram atividades desse tipo anteriormente.

No entanto, percebe-se na fala do professor uma insegurança quando comenta sobre esse tipo de atividade e, além disso, o exemplo citado por ele remete a uma experiência vivenciada na graduação, ou seja, podemos inferir, inclusive com respaldo de falas posteriores, que o mesmo não utiliza de atividades investigativas em sua prática docente. Portanto, o aluno não vivencia as construções de aprendizagem possibilitadas por essa metodologia.

Dessa forma, os professores, por muitas vezes, optam por não utilizarem atividades investigativas devido ao fato de apresentarem uma insegurança acerca do novo formato, de tal maneira que esta mudança abrupta de método causa neles, além do medo de errar, um receio do não cumprimento das atividades planejadas, como também das discussões durante a atividade saírem do que foi previsto. Contudo, esta insegurança ocorre, também, por parte dos estudantes, sendo assim, é importante que o docente estimule a “liberdade intelectual para que eles não tenham receio de expor suas ideias e de fazer perguntas (CARVALHO, 2016, p. 33). Assim, se ganha à confiança e a atenção dos alunos para que eles tenham sucesso no processo de aprendizagem e percebam que este quando se utilizam metodologias ativas ultrapassa as barreiras da sala de aula tradicional e culminam no desenvolvimento da sua autonomia, como discutido pelos professores na categoria seguinte.

Na segunda categoria da questão 4, os professores destacaram as atividades investigativas como sendo voltadas para o desenvolvimento da autonomia do estudante e tendo este como ator principal da sua aprendizagem, como se observa nas falas a seguir.

“Eu acho que é muito por intuição [...], não dar respostas, é o estudante ir pesquisar, ir atrás dessas respostas.” (P_γ)

“O aluno, ele tem que estar sendo o centro do aprendizado dele e tem que estar buscando, construindo algo experimentalmente para adquirir, construir algum aprendizado.” (P_z)

Sobre os relatos acima, Pacheco (2019, p.1) afirma que “Inovar é assumir um compromisso ético com a educação”. A partir desta citação podemos presumir duas coisas. Primeiramente, práticas inovadoras trazem consigo o favorecimento de uma educação que possibilita uma participação ativa do estudante, ou seja, devemos estruturar planejamentos que buscam desenvolver a autonomia do mesmo. Segundamente, não se pode esquecer que nós, professores, sempre devemos buscar inovar em nossas práticas pedagógicas, visto que os estudantes não são mais os mesmos, os interesses da educação também não. A “escola tradicional” que foca seus esforços no modelo de aprendizagem centrado apenas no professor não atende mais as demandas propostas nos documentos oficiais e pela sociedade. A aprendizagem deve ser integrada à vida e a realidade do estudante, de maneira que o mesmo seja formado numa perspectiva crítica e cidadã.

Tendo em vista este novo modelo de escola em que o aluno não deve mais ser visto como uma tábua rasa onde se é depositado conhecimento, fica claro na fala dos professores P_Y e P_Z quando afirmam que os estudantes devem pesquisar, buscar e construir a sua própria aprendizagem, abandonando a postura passiva que assumem em práticas tradicionais de ensino, que pouco favorecem o desenvolvimento da autonomia deles. Visto que, nas atividades investigativas, o processo de ensino e aprendizagem é vivenciado em um cenário de problematizações, uma vez que o professor vai instigar no aluno a curiosidade, a criticidade, a observação e conseqüentemente a autonomia, de modo que o mesmo não aceite o conhecimento de maneira passiva.

Além disso, nas atividades investigativas, a relação professor-aluno não é entendida numa perspectiva hierárquica, mas sim um processo de aprendizagem mútuo, uma vez que o professor vai assumir uma postura de mediador/curador auxiliando o aluno para que ele obtenha sucesso na construção da sua aprendizagem, sendo assim, percebemos que neste modelo o estudante está no centro do processo educacional.

Esta mudança de paradigma que compreende a importância da participação do estudante durante todo o processo educacional também está de acordo com a BNCC, que destaca que o estudante, no Ensino Médio, tem que “comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações.”

(BRASIL, 2018, p.14). Ou seja, desenvolver no aluno a proatividade, o engajamento e a percepção para enxergar a sociedade de maneira crítica. Uma educação que não é mais focada apenas no simples exercício de memorização, mas no desenvolvimento de habilidades que permitam os estudantes utilizá-las em sua vida, de forma que fomentem o “desenvolvimento de competências para aprender a aprender [...] aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções (BRASIL, 2018, p.14).

Entretanto, infelizmente percebe-se a partir das respostas obtidas na entrevista, que embora os professores reconheçam a importância do desenvolvimento da autonomia estudantil, as problemáticas citadas em categorias anteriores por eles têm se tornado um agravante que impossibilitam, na visão deles, fugir de práticas que se configuram de forma, quase que exclusivamente, expositiva. Porém, nós, professores, não devemos nos eximir da responsabilidade de adotar práticas que buscam desenvolver essas habilidades nos estudantes e partindo da premissa que as atividades investigativas favorecem o desenvolvimento desta autonomia, foi questionado aos docentes se eles utilizam esta prática metodológica em suas aulas. A partir das respostas deles emergiram as categorias apresentadas no quadro 6.

Quadro 6 - Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 5ª pergunta da entrevista inicial

<p>Questão 5: Você já trabalhou com práticas experimentais investigativas?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se sim (Fazer uma comparação entre uma abordagem tradicional e uma investigativa. Em que uma é “melhor” do que a outra”). • Se não (Por que você não utiliza? Nunca ouviu falar? É devido à falta de formação?)
<p>Categorias</p>
<p>Não, por falta de formação continuada e/ou de momentos colaborativos entre professores da escola.</p>
<p>Não utiliza devido a aspectos inerentes a realidade escolar.</p>
<p>Não utiliza devido a aspectos do processo de aprendizagem do aluno.</p>

Fonte: O Autor (2021).

Na questão 5, três professores afirmaram que não utilizam práticas experimentais investigativas e, apenas um utiliza, porém, não com experimentos. A partir das justificativas apresentadas por eles, elaborou-se as categorias apresentadas no quadro 6, a primeira delas refere-se a não utilização devido à falta de formações continuadas para discutir novas práticas pedagógicas a serem utilizadas em sala de aula, como mostram os relatos a seguir:

“Falta conhecimento sobre como é feito, [...] material de apoio, formação, tudo isso, acho que é fazer ele acontecer, que é o grande desafio por uma série de coisas que faltam na gente como professor. Falta formação, falta orientação, faltam outras práticas, falta divulgação dos professores que fazem.” (P_γ)

“Uma forma de sanar, de aproximar os conteúdos que a gente tem na universidade com os conteúdos que a gente trabalha no dia a dia do aluno seria uma formação continuada, que é quando um professor já está em sala de aula, então ele deveria ter ferramentas para conseguir trabalhar aquilo que o conteúdo programático estabelece e eu acho que existe uma deficiência muito grande nisso e as poucas formações que têm, não tem esse intuito, não é esse o objetivo.” (P_x)

Ao analisar a fala do professor P_γ, observa-se a necessidade de redes colaborativas de ensino, em que profissionais da educação possam discutir entre si boas práticas que estão sendo utilizadas em sala de aula, como também informar práticas que não deram tão certo e que precisam ser revistas.

Porém, Borges (2006) afirma que são raros os casos em que docentes colaboram entre si, de forma que os casos existentes são pontuais e se findam devido à crescente demanda do trabalho escolar. No entanto, quando acontecem é evidenciado diversos pontos positivos.

Sobre isso, Pizarro, Barros e Silva (2007), ao proporem uma atividade em uma escola, intitulada “Seminário boas práticas” que tinha como objetivo socializar práticas pedagógicas consideradas exitosas, perceberam uma postura diferente por parte dos docentes, bem como uma maior integração entre eles, um novo olhar para práticas diferenciadas, um momento de auto-reflexão, entre outros fatores. Desta forma, é nítido que esse momento colaborativo pode acontecer entre os próprios membros da instituição, como também com integrantes de outras escolas,

universidades ou alunos da graduação. Indo de acordo, Maldaner (2000), há mais de 20 anos já defendia essa necessidade de parcerias/interação entre professores do Ensino Superior e da Educação Básica como uma maneira de refletir possíveis caminhos para a resolução de problemáticas presentes nas escolas.

Esse momento de partilha e reflexão sobre a prática é uma das principais características que um momento de formação continuada pode proporcionar ao docente, porém, a partir da fala do professor P_x, percebe-se mais uma problemática acerca das formações, que é o fato das mesmas não estarem atingindo seus objetivos. Segundo ele, as formações não estão sendo pensadas a fim de ajudá-los nas problemáticas encontradas no “chão da escola”. Inclusive, há pesquisas que relatam professores que, dentre vários outros sentimentos, se sentem usados como objetos de pesquisas a partir do momento que seus interesses e necessidades não são respeitados pelos formadores (ALTENFELDER, 2005). Por este motivo, é comum muitos professores não gostarem de participar de formações continuadas, uma vez que não veem sentido em envolver-se em um processo que não terá uma aplicabilidade no seu cotidiano escolar.

Sobre o distanciamento existente entre as formações continuadas e a realidade escolar, Schnetzler (2002, p.1) destaca que, é preciso “superar o distanciamento entre contribuições de pesquisas sobre Educação em Química e a utilização das mesmas para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem”. Portanto, é necessário aproximar a universidade que é onde o conhecimento é produzido ao chão da escola. Assim, se faz necessário propor maneiras de fazer com que estas pesquisas cheguem às escolas para que de fato elas cumpram seu objetivo, que é contribuir com a melhoria do ensino para que, desta forma, haja uma contribuição na formação de estudantes críticos, autônomos e conscientes do seu papel como cidadãos.

Por outro lado, há aspectos relacionados a formação cidadã dos estudantes a partir de um papel ativo na aprendizagem, entretanto, ainda se deparam com a realidade de grande parte das escolas públicas brasileiras, as quais apresentam: salas lotadas, falta de material e de infraestrutura, carga horária excessiva, entre outros.

Alguns desses problemas emergiram nas justificativas apresentadas pelos entrevistados, que levou a elaboração da segunda categoria da questão 5, que

envolve aspectos relacionados a realidade dos professores que dão aula na educação básica. Como podemos observar na fala a seguir:

“Trabalhar só de forma investigativa é algo muito complicado com salas super lotadas, você não consegue fazer aulas experimentais com total sucesso. [...] muitas vezes não temos os materiais [...] pra trabalhar de forma experimental. [...] Já com a carga horária excessiva que a gente tem é complicado ficar planejando coisinhas específicas pra semana.” (Pz)

Diante deste cenário, ao observar a fala do Professor Pz, é preciso destacar que não é possível utilizar uma única metodologia para abordar todos os conteúdos, mas não pelos motivos relatados por ele. Outro aspecto está associado ao desinteresse e a desmotivação que a não alternância de práticas pedagógicas pode causar nos estudantes (MORAN, 2018). Desta forma, as atividades investigativas como nenhuma outra metodologia é a “resposta ideal” para a abordagem de todas as temáticas de uma disciplina. O Professor deve ter clareza para perceber isso e respeitar as especificidades de cada conteúdo e as necessidades dos alunos. Há temática que vai ser melhor trabalhada a partir de jogos didáticos, enquanto que outro assunto pode ser melhor abordado utilizando-se experimentos.

Portanto, é preciso destacar, que não estamos discutindo aqui a soberania dessas atividade diante de todas as práticas. Mas sim, a necessidade de provocar o estudante a ter uma postura ativa diante do processo educacional. Esta ideia é reforçada na fala de Munford e Lima (2007, p. 98) quando afirmam que

A posição aqui defendida é de que alguns temas seriam mais apropriados para essa abordagem, enquanto outros teriam de ser trabalhados de outras formas. O ensino de ciências por investigação seria uma estratégia entre outras que o(a) professor(a) poderia selecionar ao procurar diversificar sua prática de forma inovadora.

No que se refere a salas lotadas, infelizmente, isto é a realidade da maioria das instituições brasileiras e por muitas vezes é encarada como um obstáculo, no qual limita a utilização de metodologias ativas por parte dos professores. Sendo assim, para superar essas adversidades, também pode se utilizar de trabalhos em grupo, onde o estudante vai realizar a investigação e socializar suas vivências em conjunto com os outros, aprendendo a trabalhar de forma colaborativa. Nessa

perspectiva, Carvalho (2018) afirma que quando se realiza as discussões das atividades investigativas em pequenos grupos e posteriormente em grandes grupos, se proporciona interações do tipo aluno/aluno (pequenos grupos) e professor/aluno/aluno (grande grupo) e isto é significativo para a aprendizagem do estudante.

Outro ponto que foi levantado pelo docente como um fator que limita a utilização de práticas investigativas remete a ausência de materiais para serem trabalhados em aulas experimentais. Porém, já se sabe que podemos utilizar itens de baixo custo que o estudante possui em casa, como uma alternativa para a realização dessas práticas experimentais, inclusive, segundo Rosito (2000), isto seria um fator que desenvolveria a criatividade do aluno. Além disso, podemos também relatar uma concepção errônea que muitos professores possuem acerca das atividades investigativas, que é, justamente, acreditar que as mesmas envolvem necessariamente atividades experimentais. Porém, devemos saber que isto não é uma regra, uma vez que, podemos ter atividades experimentais que são pautadas em receitas que não apresentam características essenciais de uma investigação, enquanto que podemos ter também atividades não práticas, que podem ser até mais investigativas do que as experimentais (MUNFORD; LIMA, 2007). Portanto, percebemos que depende muito das concepções de ensino e aprendizagem que o professor possui, de como ele compreende a utilização de sequências didáticas investigativas.

Por fim, um último tópico discutido pelos professores, retratado pela fala também do professor Z, é a carga horária que os docentes possuem. Isto é uma condição já amplamente conhecida pela categoria e de fato é complicado produzir aula de qualidade sem tempo para planejamento, uma vez que, muitos desses docentes possuem outro vínculo empregatício, faltando-lhes tempo para preparar as aulas. No caso das Escolas de Referência em Ensino Médio do estado de Pernambuco, é separado 1/3 das aulas semanais para planejamento. Ou seja, é reservado um espaço para que o professor possa estruturar sua prática, avaliar seu próprio trabalho. No entanto, tendo como base as falas dos professores, talvez os mesmos acreditem que este tempo não esteja sendo suficiente, uma vez que, precisam organizar aulas, participar de reuniões, preencher caderneta, se atualizar, sendo necessário tempo e dedicação para que isto ocorra.

Por fim, na terceira categoria da questão 5, os professores relataram alguns desafios que remetem ao processo de aprendizagem do estudante quando se utilizam práticas ativas que fogem da concepção conservadora de ensino. Os aspectos destacados pelos professores podem ser observados nas falas a seguir:

“Porque muitas vezes quando você coloca o estudante como centro da aprendizagem dele, às vezes ele fica se perguntando e cadê a aula?” (P_Z)

“Em comparação, eu acho que o domínio de sala, o domínio de uma turma, embora seja absurdo, ela acontece mais de forma tradicional do que dessa forma.” (P_X)

“Não é muito diferente, mas interfere, é aquela questão da maturidade, então, com alunos de graduação fica mais fácil de você trazer uma questão, que não é tão simples, e que gera esse desconforto e que tenha a necessidade dele estudar, entender como acontece, eu acredito, que [...] para o Ensino Médio, não é que tenha que ser uma coisa muito simples, mas também não pode ser uma coisa tão elaborada, achar o meio termo para trabalhar essas questões com os alunos do Ensino Médio hoje é o que seria mais difícil, ou seja, trazer uma situação, trazer uma investigação que pudesse chamar a atenção deles [...]. (P_X)

Analisando as respostas dos professores, percebe-se que a primeira dificuldade diz respeito à própria concepção do estudante do que se caracteriza como aula, pois, por muitas vezes, por estarem familiarizados com metodologias que os enxergam como passivos em todo processo, quando se deparam com práticas que os compreendem de forma diferente, os mesmos acreditam que não estão tendo aula. Então, é importante que o professor procure fazer a conexão entre a ação do estudante e o conhecimento aprendido, para que assim, fique perceptível para ele seu papel no processo de aprendizagem. Uma vez que, a partir do momento que as práticas investigativas se tornem mais comuns ao cotidiano escolar, o próprio aluno poderá perceber com clareza o que está sendo aprendido.

Ainda nessa perspectiva de dificuldades no processo de ensino e aprendizagem, percebe-se a partir da fala do professor P_X que os docentes relatam que o domínio da turma é mais facilmente conseguido em práticas tradicionais do que com metodologias ativas. Esta dificuldade é discutida por Watson (2000 apud

BAPTISTA, 2010), quando diz que os professores não toleram perder o controle de suas salas de aulas, sendo assim, costumam utilizar de práticas conservadoras, pois sentem mais segurança e dominam melhor a turma desta maneira, pois estas práticas são mais comuns a eles. Desta forma, não oportunizam momentos de discussão, pois costumam “fechar” as atividades sem proporcionar um maior grau de abertura que possibilite desenvolver a autonomia do estudante.

Por outro lado, é verdade que nas atividades investigativas, temos uma mudança do foco da aula, antes centrada no professor, passando a ser focada no estudante. No entanto, isto não implica dizer, que o docente vai se tornar omissos em todo o processo de aprendizagem. Caberá ao professor exercer o papel de mediador, sempre buscando retornar os estudantes para a aula, caso se dispersem. É evidente, que estas dificuldades não são facilmente ultrapassáveis, são barreiras que impedem um real avanço da aprendizagem nas escolas, mas o professor e os alunos devem correr riscos, quebrar a rotina, devem utilizar práticas que levem o estudante a descobrir, pensar, discutir, questionar, ou seja, desenvolver no estudante habilidades necessárias no mundo atual (BAPTISTA, 2010).

Inclusive, estas habilidades que a utilização de práticas investigativas proporcionam ao estudante, de algum modo, até resolvem a segunda dificuldade mencionada pelo professor P_x, que expõe a falta de maturidade comum aos alunos do Ensino Médio devido à idade. Esta fala do professor é interessante, pois descreve uma dificuldade e uma possível solução no mesmo comentário. Essa falta de maturidade pode também ser atribuída a uma falta de hábito, devido à incompreensão dos estudantes do seu papel no processo de aprendizagem, mas como o próprio professor discute, é muito importante a formulação da questão problema, uma vez que, ela é o ponto de partida de uma atividade investigativa.

Portanto, ela deve ser instigante para o aluno e estar apropriada para o seu nível cognitivo. A partir do momento que a questão problema traz uma situação que o estudante acha interessante e que tem condições de investigá-la partindo, inclusive, dos seus conhecimentos prévios, isto provavelmente irá estimulá-lo a participar da aula. Da mesma forma, é importante que o nível da questão seja realizável pelos estudantes para que os mesmos possam ampliar sua cultura científica aula a aula, se alfabetizando cientificamente (CARVALHO, 2013).

Além disso, é bom destacar que, como professores, precisamos respeitar o ritmo de aprendizagem de cada aluno, conduzindo-os a construir seus significados

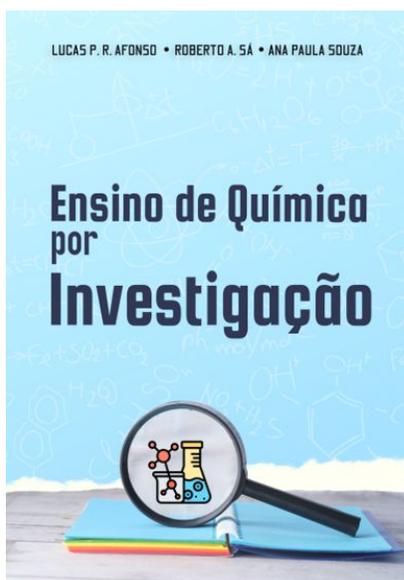
científicos a partir da compreensão da realidade que estão inseridos, ou seja, uma formação para a cidadania, que perpassa a formação do estudante apenas para a “criação de um cientista” ou para a memorização de fórmulas e cálculos, mas sim, uma formação que permite o estudante refletir, questionar fatos com uma visão consciente e crítica da realidade.

Como debatido anteriormente, muitas são as dificuldades relatadas pelos professores para colocar em prática abordagens investigativas, embora a maioria deles nunca tenha utilizado dessa metodologia em suas aulas. De forma geral, podemos dizer que todas essas dificuldades passam pela compreensão que os professores possuem de como se desenvolve o processo de ensino e aprendizagem, como também, passa pelo processo de formação docente, inicial ou continuada, visto que, existem professores que nunca foram apresentados a temática em questão, bem como existem instituições que possuem laboratórios que são pouco ou quase nunca utilizados (WARTHA; LEMOS, 2016). Sendo assim, a fim de auxiliar estes professores na utilização de práticas investigativas de ensino na abordagem de conceitos químicos, construiu-se um material didático abordando esta temática.

5.2 Elaboração do material didático

A entrevista semiestruturada teve por objetivo investigar a compreensão dos professores sobre a utilização de atividades investigativas no ensino de Química, além de conhecer como estavam sendo realizadas as aulas experimentais na escola. Assim, os resultados obtidos com a entrevista nortearam a estruturação do material didático (Figura 2), balizador desta pesquisa. Desta forma, sua organização teve dois vieses: o primeiro foi constituído de uma fundamentação teórica abordando as atividades investigativas baseadas na resolução de um problema, enquanto que a segunda parte é constituída de algumas sequências de ensino investigativo abordando conceitos de Química.

Figura 2 - Capa do material didático.



Fonte. O Autor (2021).

A primeira parte do material didático traz uma introdução aos aspectos teóricos de uma abordagem investigativa, a qual teve como objetivo auxiliar os professores na compreensão dos pressupostos teóricos que abarcam essa metodologia. A segunda parte traz algumas sequências de ensino que podem auxiliar os professores na inserção dessa abordagem na sala de aula.

Entretanto, é importante destacar a experiência vivenciada por Carvalho (2018), que relata que algumas sequências de ensino investigativo construídas por sua equipe de pesquisa ao serem colocadas em práticas por professores no chão de suas escolas, deixavam de ter este caráter por mais que as mesmas tenham sido construídas nessa perspectiva. Sendo assim, talvez, os professores que as colocaram em prática não compreendiam esta metodologia, mesmo que em posse dessas sequências que foram elaboradas com esse intuito, por isso, buscamos introduzir alguns aspectos teóricos no material e conversar com os professores sobre os mesmos, tentando evitar que o ocorrido com Carvalho se repita com a nossa proposta.

Além do mais, uma sequência de ensino investigativo é um recurso que pode auxiliar em uma formação integral do aluno, algo tão necessário nos dias atuais, porém, ela por si só não é suficiente. É preciso que o professor compreenda a abordagem e a necessidade de utilizá-la por meio de sequências didáticas que corroborem com este tipo de prática. Por este motivo, buscou-se que os professores

envolvidos nessa pesquisa, tivessem alguma familiaridade com os pressupostos de uma abordagem investigativa, para que eles pudessem utilizá-la da melhor forma, e, assim, futuramente, elaborar suas próprias sequências e, desta forma, abordar os conteúdos em sua sala de aula a partir de temáticas que envolvessem os estudantes, trazendo-os para um papel ativo no processo de aprendizagem.

Assim, as SEI foram elaboradas com base em alguns dos conteúdos que os professores tinham dificuldade de trabalhá-los de forma experimental, de acordo com seus relatos na entrevista. No entanto, nem todos os conteúdos citados foram abordados no material didático, pois deve-se respeitar a especificidade de cada temática, ou seja, nem todos os conceitos são trabalhados de uma forma mais ampla envolvendo o Ensino por Investigação, visto que também é imprescindível trabalhar outras abordagens, como as atividades lúdicas ou por exemplo fazer uso da sala de aula invertida. Enfim, cabe ao professor analisar a situação e verificar qual é a melhor metodologia a ser aplicada, porém, o que realmente se faz necessário é utilizar práticas que tirem o estudante de uma postura passiva durante o processo de ensino e aprendizagem e que estimule o desenvolvimento de uma postura autônoma, crítica, ativa, que permita-o desenvolver habilidades que serão necessárias para além dos muros da escola.

Além disso, outro ponto que deve ser analisado ao desenvolver as sequências didáticas são os materiais que podem ser utilizados nas mesmas. Optou-se por materiais alternativos presentes no dia a dia dos estudantes, eliminando assim a obrigatoriedade de reagentes e vidrarias de laboratório. Outro aspecto que consideramos foi a possibilidade das sequências poderem ser utilizadas fora de um espaço laboratorial, o que possibilita o docente utilizá-las na sua sala de aula. Visto que, nem todas as escolas possuem este espaço e quando possuem, muitas vezes, não têm estrutura física adequada.

Por fim, outro cuidado considerado na organização das SEI foi tornar o processo mais simples e operacional para o professor, uma vez que no desenvolvimento da mesma se traz no corpo do texto possíveis questionamentos que podem ser feitos aos estudantes para estimular sua participação durante o processo de investigação, também, trouxemos alguns aspectos conceituais do conteúdo químico associado aos problemas apresentados nas SEI. Esta preocupação surgiu da fala dos professores, durante a entrevista inicial, quando eles

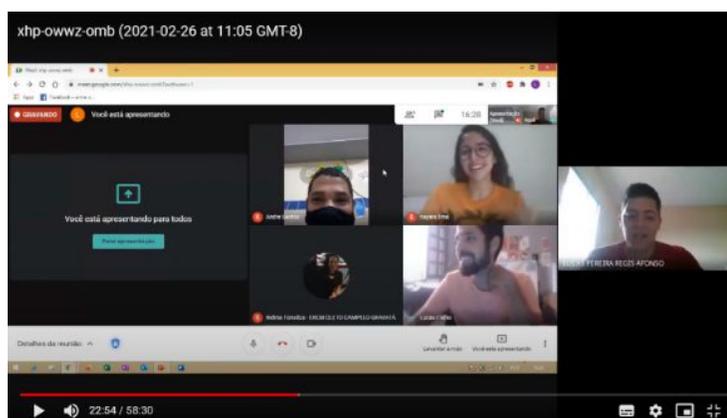
citaram a falta de tempo que possuem para preparar atividades diferenciadas no dia a dia escolar.

Sendo assim, buscou-se tornar as sequências mais aplicáveis possíveis, no entanto devemos destacar que o material deve ser visto como ponto de partida para inserção da abordagem na sala de aula, mas os professores precisam buscar outras fontes para auxiliá-los na compreensão e inserção da abordagem. Após a finalização do material, este foi disponibilizado aos professores para que eles pudessem avaliar a proposta.

5.3 Encontro com os professores

Após a construção do material didático, marcou-se um encontro com os professores envolvidos na pesquisa para conversarmos sobre a proposta. Para tanto, o arquivo foi enviado para os docentes com duas semanas de antecedência para que os mesmos tivessem tempo hábil para ler e analisá-lo. O encontro, por conta do momento atual de pandemia ocasionado pela Covid-19 (**CO**rona **VI**rus **D**isease) foi realizado de forma online, através da plataforma Google Meet (Fotografia 1).

Fotografia 1. Encontro com os professores para discussão sobre atividades investigativas baseada na resolução de problemas.



Fonte: O Autor (2021).

O encontro foi realizado a fim de socializar as experiências com o material didático, como também de fazer alguns esclarecimentos sobre as atividades

investigativas. Assim, de forma geral, o encontro objetivou torná-los mais próximos desta metodologia, conseqüentemente, possibilitá-los colocar em prática ou adaptar o material didático produzido. Neste momento, foram abordados os seguintes temas: A construção do problema; a importância do conhecimento prévio dos alunos e o grau de liberdade intelectual dado a eles e por último, a discussão e socialização das construções feitas pelos estudantes a partir da investigação realizada por eles. Enfim, aspectos que são inerentes a utilização de sequências de ensino investigativo.

O momento seguinte constou de relatos dos docentes sobre suas impressões em relação ao material didático. Assim, foram apontados alguns pontos sobre a referida proposta, por exemplo, citaram ter gostado do material didático, inclusive, relatando que da forma que o mesmo foi produzido já poderia ser colocado em prática, como pode ser observado nos comentários a seguir:

“O material é incrível, super acessível, pode ser utilizado por qualquer tipo de escola”
P_Y

“Acho muito válido o trabalho. Eu acho necessário que aconteçam mais, que esse tipo de trabalho chegue de forma mais ampla porque há necessidade do nosso ensino ser renovado, essa visão tradicional que a gente carrega ser desconstruída e que a gente comece a trabalhar de outra forma para poder facilitar a participação dos alunos.” P_X

Por outro lado, também foram discutidas práticas que objetivassem uma postura diferente do estudante no processo de ensino e aprendizagem, porém, os professores reforçaram a dificuldade que eles têm em buscar metodologias diferentes, como também utilizá-las no seu cotidiano, devido à falta de tempo para planejamento, além da falta de formações continuadas. A seguir é apresentada a análise das entrevistas com os docentes a respeito do material didático proposto.

5.4 Análise das entrevistas após apresentação do material didático

Após o encontro com os professores, realizou-se mais uma entrevista a fim de inferir quais seriam suas concepções acerca da aplicabilidade de sequências de

ensino investigativas, as contribuições do material didático para a abordagem de conceitos químicos em sala de aula, como também possíveis sugestões ou críticas a proposta. A entrevista semiestruturada foi realizada de forma virtual, respeitando o momento de pandemia do novo Corona Vírus. A identificação dos professores foi feita da mesma forma da entrevista inicial como (P_x, P_y, P_z e P_w). Após as entrevistas, as mesmas foram transcritas e as categorias de análises foram criadas de acordo com a Análise de Conteúdo de Bardin (2012). A primeira categoria (Quadro 7) se refere à compreensão dos professores sobre a inserção de atividades investigativas nas escolas.

Quadro 7 - Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 1ª pergunta da entrevista após discussão do material didático

Questão 1: Após conhecer melhor a abordagem investigativa, você acredita que é possível utilizar essa metodologia para abordar conteúdos de química nas escolas? Por quê?
Categorias
Materiais de apoio para o professor são fundamentais para a utilização de práticas investigativas
Aproxima o conteúdo químico do contexto do aluno

Fonte: O Autor (2021).

Na primeira categoria da questão 1, percebeu-se que dois docentes relataram que é possível utilizar práticas investigativas para abordar conceitos químicos e que o material didático produzido se configura como um facilitador para que sequências investigativas sejam colocadas em prática na sala de aula. A fala apresentada a seguir mostra esse entendimento por parte do professor P_Y.

“Eu vi que é uma possibilidade real, [...] o que eu sinto dificuldade [...] é o tempo de se planejar as atividades, porque a gente como professor sabe que o nosso tempo é bem escasso e aí o material que tu traz, ele já traz essas atividade pré planejadas.”
(P_Y)

Ao analisar a fala do professor P_Y, pode-se perceber que os professores reconhecem a importância e reforçam a necessidade de terem um apoio maior para

diversificarem sua prática pedagógica no dia a dia escolar. Esta falta de tempo, como também uma demanda curricular excessiva de conteúdos dificulta a utilização destas atividades por parte dos professores, desta forma, diminuindo a autonomia do profissional em sala de aula. Nessa perspectiva, fazendo um comparativo com a primeira categoria da questão 5 da entrevista inicial, percebe-se que os professores que aqui relatam a importância desse material de apoio para a utilização de práticas investigativas, são os mesmos que naquele momento citaram que não utilizavam práticas deste tipo por não conhecerem esta metodologia, por não terem conhecimento de como é realizado o processo, ou seja, falta tempo para ir em busca de algo novo e falta suporte que lhes traga isto.

A falta de tempo para um planejamento de aulas é uma problemática citada anteriormente pelos docentes, como também é um fator que colabora com o fato da disciplina de Química experimental ser abordada, geralmente, de forma expositiva e não problemática. Sendo assim, se faz necessário que materiais de apoio sejam elaborados e cheguem aos professores que de fato estão no chão da escola. Nessa perspectiva, Pagotto (1998) relata que é na universidade que se conhece e se desenvolve pesquisas que apontam as dificuldades e necessidades dos professores a fim de melhorar a educação brasileira. No entanto, o que se percebe são pesquisas que se acumulam em bibliotecas e que não atingem seu objetivo, uma vez que muitas vezes não alcançam os professores que de fato estão atuando no “chão da escola” e quando chegam na forma de formações, se deparam com formadores que nem sempre buscam entender o contexto no qual os professores estão inseridos (PACHECO, 2019).

Por este motivo, mais do que apenas disponibilizar este material para os professores, primeiro buscou-se entender o contexto no qual eles estavam inseridos, através da entrevista inicial. Além de também, trabalhar com eles os fundamentos teóricos da abordagem para que não sejam apenas reprodutores do que contém o material didático. Ou seja, que eles passem a estudar mais sobre essa abordagem e assim possam construir suas próprias sequências didáticas com o objetivo de estimular uma postura ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem. Concomitante, fazendo uma reflexão sobre sua prática docente e com o auxílio inicial do material, eles podem compreender as potencialidades de uma abordagem investigativa como uma metodologia que favoreça no estudante o desenvolvimento da sua criticidade para compreender a sociedade em que está inserido.

Nessa perspectiva de buscar uma maior participação dos estudantes é importante que as sequências investigativas tragam problemas próximos da realidade deles, ou seja, que tragam o dia-a-dia do estudante para dentro da escola, a fim de demonstrar ao mesmo que a Química está presente no contexto em que ele está inserido. A partir disto, emergiu a segunda categoria da questão 1 que evidencia uma característica importante de uma abordagem investigativa que a aproximação do conteúdo químico com o cotidiano do aluno, como podemos observar a partir da fala do professor P_x.

“É possível utilizar porque a química, pra muitos alunos, é um pouco distante da realidade[...]a partir do momento que a gente introduz um problema, uma situação do dia a dia, que ele pode resolver utilizando a química e ele vai em busca dessa solução, ele procura criar hipóteses, ele vai investigar, ele começa a trazer essa química mais para o cotidiano dele.” (P_x)

Assim, a necessidade de trazer para dentro da sala de aula um ensino mais próximo do aluno é um assunto que é discutido em várias pesquisas que investigam o processo de ensino e aprendizagem e também é defendida nos documentos oficiais. Esta necessidade é compreendida na fala do professor, quando ele relata a importância de se aproximar da realidade dos alunos. Inclusive, o fato dos alunos não enxergarem essa associação pode ser um dos fatores que corrobora com a aversão que muitos deles possuem pela Química.

Para auxiliar nisso, a resolução de um problema construído com base e um contexto que pode ser enxergado pelo estudante no seu dia-a-dia é um fator importante, pois vai fazer com que ele enxergue aplicabilidade para o conhecimento escolar. Além disso, a partir do momento que ele vai investigar, criar hipóteses, buscar soluções, embasados em seus conhecimentos prévios e em conceitos científicos para a resolução de um problema associado a um contexto familiar isto o deixará mais motivado a resolvê-lo.

Além disso, uma abordagem investigativa traz consigo o desenvolvimento de diversas outras habilidades que foram discutidas na segunda questão da entrevista e a partir disso emergiu uma categoria (Quadro 8) proveniente das respostas dos professores.

Quadro 8 - Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 2ª pergunta da entrevista após discussão do material didático

Questão 2: Você acredita que a utilização de práticas investigativas pode contribuir para uma formação integral do aluno? Justifique.
Categoria
Uma abordagem investigativa provoca no estudante uma postura ativa e desenvolve habilidades de uma formação integral.

Fonte: O Autor (2021).

Na segunda questão, todos os professores concordaram que, possivelmente, a utilização de práticas investigativas pode contribuir para uma formação mais completa do estudante. Esta formação, aqui nomeada como formação integral, é caracterizada pelo desenvolvimento de atitudes e competências que permitam que o estudante consiga transformar a sociedade em que está inserido (FREIRE, 1991). É uma aprendizagem de conceitos químicos que permitam que o estudante desenvolva habilidades imprescindíveis para exercer seu papel de cidadão. Nessa perspectiva, os professores reconhecem as potencialidades das atividades investigativas, como por exemplo, o desenvolvimento da autonomia, como é percebido através do comentário do professor P_x:

“A proatividade, ele ter autonomia [...] ele começa a fazer parte do processo de forma que ele resolve, que vai buscar a solução, que investiga e que vai tentar resolver, então, essa autonomia é uma das coisas que vai utilizar bastante fora da escola. Ser autônomo, ser proativo, ser parte do processo.” P_x.

A partir do relato acima do professor, primeiramente percebe-se que ele reconhece que é imprescindível ao estudante sair de uma postura passiva e fazer parte do processo de aprendizagem, ou seja, deve-se buscar soluções a partir de investigações próximas a realidade dele. Assim, emergem duas habilidades que na perspectiva dele são trabalhadas: a autonomia e a proatividade. Mesmo que elencadas de forma separadas, elas são bem próximas e dialogam entre si, pois ao formar um estudante autônomo, possibilita-o questionar, expor suas opiniões, a tomada de atitude, aspectos que são inerentes ao estudante crítico. Por outro lado, para que isto aconteça, ele deve ser proativo que é justamente um estudante que

toma iniciativa a fim de evitar problemas futuros, ou seja um estudante participativo. Esta proatividade também é reforçada pelo comentário do professor P_Z ao relatar que:

“Por que o aluno sai daquela posição de esponja, onde ele fica só absorvendo tudo que o professor fala, ele vai pra um modo mais ativo, construir o próprio conhecimento.” (P_Z).

Esta proatividade é uma habilidade que o professor deve sempre buscar estimular nos estudantes. Práticas distantes da realidade do aluno que não o retire de uma posição de inércia não são mais compatíveis com os interesses da contemporaneidade. Além disso, observou-se na fala do professor P_Y outras habilidades importantes que devem ter seu desenvolvimento estimulado em sala de aula:

“Principalmente por que vai trabalhar criatividade, dependendo da atividade, trabalho em grupo, a capacidade de síntese e discernimento, a capacidade de articulação, de argumentação, de trabalho em grupo, dá pra trabalhar muita coisa. Não só os elementos experimentais, mas tudo aquilo que envolve o trabalho de busca, o trabalho científico, de modo geral, é um trabalho investigativo constante, é uma estratégia que de fato forma integralmente, por que não é somente as habilidades da disciplina, da matéria.” (P_Y)

Este comentário realizado pelo professor sintetiza algumas habilidades que podem ser desenvolvidas pelos estudantes na utilização de práticas investigativas, além de sinalizar que o mesmo conseguiu compreender essas potencialidades. Essas habilidades citadas pelo professor P_Y são extremamente necessárias para se viver em sociedade, visto que não se limitam a disciplina. Assim, o trabalho em grupo, o poder de articulação, argumentação, são fatores que são necessários para toda a vida do estudante. Dessa forma, pode-se contribuir para a formação de um estudante que saiba se posicionar, dar sua opinião de forma clara e embasada, uma vez que vivemos um momento da humanidade em que o acesso à informação se dá de forma rápida e direta, entretanto, muitas dessas informações se perdem ou não tem respaldo teórico válido. Sendo assim, é importante utilizar práticas que

desenvolvam essas habilidades, como reforça Lewin e Lomascólo (1998, p. 148) quando citam que devemos fazer o estudante adquirir “atitudes tais como a curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas informações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais”. Desta forma, a partir do momento que utilizarmos práticas pedagógicas que visam desenvolver estas habilidades, estaremos caminhando em direção a formação de um estudante crítico, reflexivo e cidadão.

No entanto, apesar dos pontos positivos elencados sobre uma abordagem investigativa, sempre há uma preocupação acerca da aplicabilidade de sequências de ensino nesta perspectiva. Sendo assim, foi realizado um terceiro questionamento aos docentes que abordava a aplicabilidade do material didático no contexto das escolas de tempo integral do estado de Pernambuco do qual emergiram mais duas categorias de análise (Quadro 9):

Quadro 9 - Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 3ª pergunta da entrevista após discussão do material didático

Questão 3: Levando em consideração a realidade das escolas integrais, as sequências de ensino investigativas disponíveis no material didático são aplicáveis? Por quê?
Categorias
A utilização de materiais alternativos e a possibilidade de desenvolver fora de um laboratório favorece a utilização de práticas investigativas
Apesar da utilização de materiais de fácil acesso, aspectos estruturais podem impedir a utilização de práticas investigativas

Fonte: O Autor (2021).

Durante esta pesquisa, sempre se teve uma preocupação em não apenas inferir como era a abordagem da disciplina de Química experimental nas escolas de tempo integral localizadas no município de Gravatá-PE, mas também, de alguma forma, auxiliar os professores lotados nessas instituições. Esse desejo foi um dos motivos pelo qual se pensou em construir o material didático que pode ser utilizado pelos professores. Apesar deles não terem tido uma participação direta na confecção do material, foi a partir das dificuldades relatadas na entrevista inicial que

pôde ser incorporado ao material muitas das questões discutidas e enfrentadas por esses profissionais no dia a dia escolar.

Na primeira categoria da questão 3, todos os professores concordaram que a utilização de materiais alternativos, atrelada a não necessidade de um laboratório, são fatores que favorecem a utilização de sequências didáticas investigativas. Este entendimento é apresentado a partir das falas dos Professores P_Z e P_X:

“Eu acredito que elas são sim aplicáveis, pelo fato de terem materiais de fácil acesso e não precisar necessariamente de um laboratório para serem realizadas.” (P_Z)

“Elas facilitam que o professor faça com materiais simples e também trabalhando de outra forma, por que apesar de ter várias experiências com amido que é pra identificar, a abordagem química é diferente, os alunos vão com outro olhar.” (P_X)

A partir da fala do Professor P_Z, pode-se inferir que um dos cuidados tomados na construção do material didático foi reconhecido pelos professores, a partir do momento que os mesmos reconhecem que o material didático é aplicável devido a utilização de materiais alternativos. Esta preocupação deve ser uma constante, pois apesar das escolas de referência em Ensino Médio de Gravatá possuírem laboratórios de química/ciências, se sabe que não há uma reposição constante de insumos para serem utilizados nestes espaços, sendo assim, os materiais alternativos são uma possibilidade que pode ser utilizada pelo professor no desenvolvimento de sequências investigativas. Porém, é sempre válido lembrar que apesar dos professores utilizarem da criatividade para diversificar sua prática docente, como também atingir seu objetivo de desenvolver um estudante crítico, isto não implica dizer que os órgãos competentes não devem dar condições de trabalho e recursos para que o professor possa desempenhar sua prática docente como se deve.

Outro ponto interessante destacado na fala do Professor P_Z é a possibilidade da abordagem dos conteúdos na própria sala de aula, pois pode haver instituições que não tenham laboratórios. Sendo assim, as práticas propostas no material didático podem ser utilizadas em uma área aberta da escola, por exemplo na quadra, cantina, entre outros espaços.

Além de concordar com as colocações do professor P_Z, o professor P_X traz na sua fala um ponto essencial que é a construção dos conceitos de Química frente a postura do professor a partir das atividades investigativas. Assim, o referido material didático pode possibilitar o desenvolvimento da criticidade dos estudantes, além de favorecer um processo de reflexão da prática docente. Nessa perspectiva, também foi abordado que o Ensino por Investigação, exemplificado pela atividade com o amido, tende a contribuir neste processo de reflexão. Fato que foi relatado a partir da fala do professor P_X:

“A gente assiste um vídeo com uma experiência, a gente tenta pegar aquela abordagem simples e trazer pra nossa área, a parte química, e abordar de outra forma fazendo com que o aluno participe daquele processo, instigar nele a curiosidade, o desenvolvimento de hipóteses, de saber o porquê está acontecendo aquilo, é muito simples eu trazer o amido e o iodo e irá reagir, mas por que reagiu? Será que vai reagir em todos os alimentos?” (P_X)

A partir desta fala, pode-se perceber que o professor compreendeu alguns aspectos de uma abordagem investigativa e como esta pode ser desenvolvida, pois discute que um experimento simples pode ser trabalhado de forma que o aluno seja agente atuante do processo, fazendo com que se questione, se sinta curioso e motivado a participar do processo, que é justamente o que se busca em um experimento investigativo.

Sendo assim, percebe-se que o material didático proposto, de alguma forma, provocou no docente um processo de reflexão sobre sua prática, no sentido dele vislumbrar diferentes possibilidades de aplicação para um mesmo experimento. Nessa perspectiva, é importante destacar que “o professor é um pesquisador da própria prática, devendo refletir sobre os conceitos nela implícitos” (IBIAPINA, 2008, p. 67). Ou seja, essa dimensão reflexiva é essencial a prática do professor para que o mesmo possa aperfeiçoá-la.

No entanto, por mais que o professor procure aperfeiçoar sua prática indo em busca de novos conhecimentos, novas metodologias, o professor P_Y ressaltou uma problemática ainda presente em algumas escolas pernambucanas que é a estrutura física, o que emergiu a segunda categoria de análise da 3ª questão. A fala a seguir mostra esse entendimento por parte do professor P_Y:

“Por mais que seja uma experimentação com materiais acessíveis, o problema muitas vezes não esbarra no material, esbarra no espaço físico pra ser feito, na infraestrutura [...] seja porque não tem um espaço adequado, por que as salas não são, não tem nem espaço ao ar livre para você fazer um experimento, para você ter uma visão mais ampla dos estudantes por que a sala é pequena, é apertada, a sala é quente, tá entendendo né?.” (P_v)

O professor relata a dificuldade na abordagem de atividades experimentais, por exemplo, em sala de aula ou laboratório de Ciências, visto que a estrutura física de algumas Escolas de Referência em Ensino Médio (EREM) em Pernambuco, geralmente, não oferta condições adequadas para este tipo de ação.

O comentário realizado pelo professor reflete um dos desafios do dia a dia na sua prática docente, que é a falta de infraestrutura das escolas. Neste caso relatado pelo docente, o material didático contribui para amenizar uma adversidade que é a ausência de reagentes e vidrarias, porém, pode esbarrar em outra problemática que são escolas que possuem salas de aulas pequenas e que não possuem espaço físico amplo para trabalhar com estes estudantes. Como dito anteriormente, o professor vai analisar as sequências contidas no material didático e adequá-lo à sua realidade. No entanto, apesar das adversidades, o professor deve estruturar planos de aulas que levem os estudantes a uma postura ativa no processo de ensino e aprendizagem, que possibilite a realização de pesquisas, investigações, análises, elaboração e testes de hipóteses a fim de resolver problemas e criar soluções (BRASIL, 2018).

Para tanto, se faz necessário que o professor a partir da realidade da comunidade escolar e dos conteúdos a serem abordados, por exemplo, estruture um planejamento que venha contribuir para a aprendizagem dos estudantes. Nesse sentido, o planejamento de aula e como o material pode auxiliar os professores nesta etapa foi o tema discutido na questão 4, em que emergiu mais uma categoria de análise (Quadro 10):

Quadro 10 - Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 4ª pergunta da entrevista após discussão do material didático

Questão 4: De que forma o material didático apresentado poderia te auxiliar

em sua prática docente?
Categoria
O material didático como auxiliador no planejamento de aulas experimentais

Fonte: O Autor (2021).

Nas discussões oriundas da 4ª questão, emergiu mais uma categoria de análise em que todos os professores concordaram que o material didático produzido vai auxiliá-los no planejamento de suas aulas experimentais. Este entendimento é reforçado a partir da fala do professor P_w:

“Ele vai me auxiliar bastante [...] por que será um novo método e nós vamos ter um guia para nos auxiliar, você deu as dicas, dando o método, seguindo os momentos, eles mesmos desenvolvendo o tema.” (P_w)

A partir do comentário do professor P_w, pode-se perceber que o material didático poderá servir como suporte para estes professores no exercício de sua prática docente. Além disso, funciona também como um guia de uma das formas de se trabalhar com os estudantes a experimentação, uma vez que foi observado na entrevista inicial que o fato de não existir um currículo orientador para a disciplina de Química experimental corrobora para uma não consonância entre as práticas existentes em diferentes escolas de tempo integral no município de Gravatá.

Ainda nessa perspectiva, essa ausência de orientação corrobora para que a disciplina de Química experimental, na prática, seja trabalhada de forma conservadora. Ou seja, o material didático poderá auxiliar os docentes nessas duas perspectivas: primeiramente, pode ser um guia que vai ajudar o professor no planejamento de suas aulas, dando um suporte em como se trabalhar conceitos químicos de forma investigativa e secundamente quando o planejamento for colocado em prática poderá provocar nos estudantes o desenvolvimento de habilidades que são necessárias na contemporaneidade, proporcionando a formação do estudante numa perspectiva mais completa. Para que isso ocorra, o planejamento dessas sequências didáticas é extremamente importante, pois é o momento em que o professor vai pensar todas as ações que são estruturadas de forma interligadas com o objetivo do aluno alcançar a aprendizagem (NETO; CRUZ, 2018). Porém, muitos professores indagam que devido a um extenso compromisso

de aulas em sala ou até um duplo vínculo empregatício, acaba faltando tempo para planejamento das mesmas. Nessa perspectiva, o professor P_Y relata que o material didático pode auxiliá-lo, no planejamento de suas atividades:

“Ele vai permitir que eu tenha um repertório de atividade mais diversificado e tendo um desgaste para planejamento desse material menor.” (P_Y)

Podemos analisar a partir da fala do professor P_Y que o material didático poderá auxiliá-lo na estruturação dos conteúdos, sendo um ponto de partida para o planejamento dele, o que poderá reduzir o tempo de preparo da aula, vai caber ao docente adequá-las a sua realidade, adicionando ou retirando alguma discussão lá apresentada.

Além disso, o professor também cita que o material vai ajudá-lo na diversificação de sua prática docente, pois como já discutido aqui, não se tem por objetivo que o professor utilize a abordagem investigativa para trabalhar todos os conceitos, muito menos que exista uma soberania desta metodologia sobre qualquer outra, mas que os professores envolvidos na pesquisa conheçam alguns fundamentos teóricos da mesma, compreendam o seu funcionamento e a partir disso, reflitam se a mesma é aplicável para se trabalhar os conteúdos a que se propõem. Ainda nessa perspectiva, Moran (2018) relata que a não alternância de metodologias para se trabalhar diferentes conceitos, provoca uma desmotivação do aluno, então, a abordagem investigativa é mais uma das formas de se trabalhar a Química a partir de metodologias ativas de aprendizagem.

Por fim, foi discutido com os professores sugestões e críticas que os mesmos poderiam ter acerca do material didático produzido, assim emergiram mais duas categorias (Quadro 11).

Quadro 11 - Categorias emergidas a partir das respostas dos professores a 5ª pergunta da entrevista após discussão do material didático

Questão 5: Você tem alguma sugestão ou crítica a acrescentar ao material didático produzido?
Categorias
Detalhar o tempo necessário para a conclusão de cada momento da sequência de ensino investigativa.

Descrever as competências e habilidades que podem ser desenvolvidas.

Fonte: O Autor (2021).

De forma geral, na quinta questão, os professores apenas fizeram sugestões para uma melhor organização, do ponto de vista estrutural das sequências didáticas, como reforça o comentário do Professor P_x

“[...] detalhar o tempo, tal processo vai demorar 5 minutos, esse processo vai durar 2 minutos, por que assim, a gente tem essa questão de tempo, as vezes pelas nossas dificuldades de planejar, de aplicar e ver se vai dar certo, quando a gente pega algo mais direto, a gente vai com mais certeza, embora aquilo ali possa variar.” P_x.

A partir do comentário deste professor, pode-se perceber que a sugestão citada vem a acrescentar na organização do material didático, com o objetivo de auxiliá-los na estruturação de suas aulas, uma vez que não se colocou no mesmo um tempo estimado para o desenvolvimento de cada momento pedagógico contido nas sequências didáticas. Sendo assim, como normalmente as aulas semanais de química são divididas em partes, é interessante que se tenha uma ideia de qual o tempo estimado para a realização de cada etapa, para que desta forma o professor possa enxergar com mais clareza uma continuidade nos momentos pedagógicos propostos nas referidas sequências, facilitando assim, o processo de ensino e aprendizagem. Outra sugestão dada pelos professores, remete ao processo de avaliação durante a utilização dessas práticas investigativas, na qual emergiu a 2ª categoria de análise da questão 5. Esta preocupação sobre o processo avaliativo é citado pelo Professor P_y:

“Inserir as competências e habilidades dentro dessas propostas para que o professor entenda que dentro daquela atividade de investigação quais são as habilidades que estão sendo trabalhadas pra facilitar o processo avaliativo.” (P_y)

A sugestão discutida pelo professor é a descrição das competências e habilidades que podem ser desenvolvidas a partir da utilização das atividades investigativas. Como discutido anteriormente, essas atividades possibilitam a formação de um estudante protagonista, que saiba lidar com situações do seu

cotidiano, sendo capazes de resolver problemas reais. Sendo assim, percebe-se que o objetivo dessas metodologias é diferente das práticas que são utilizadas pelos docentes em suas salas de aula, então, acrescentaria ao material didático destacar as competências e habilidades que podem ser desenvolvidas, no entanto, isto é algo que pode ser inferido, inclusive, pelo profissional a partir da sua própria prática docente, com base na postura do estudante diante do uso do material.

Além disso, o comentário relatado pelo professor também reforça uma preocupação comum entre os docentes que é o processo avaliativo. O método de avaliação mais comumente utilizado nas escolas brasileiras leva os alunos a responderem uma avaliação que, por muitas vezes, só mede a capacidade de memorização e reprodução dos conteúdos. Nesse sentido, a avaliação, nas atividades investigativas, é compreendida de maneira formativa, ou seja, o professor vai acompanhar todas as etapas e as construções feitas pelos estudantes durante o processo de investigação, verificando como o mesmo expõe suas ideias, como discute seus resultados, como seleciona as informações nos textos afim de solucionar o problema. “A observação e os registros do professor sobre os alunos são um instrumento de avaliação essencial para acompanhar o desempenho dos estudantes (CARVALHO, 2013, p. 18). Ou seja, o docente vai levar em consideração todas as etapas, não, somente, o produto final alcançado. Sendo assim, é importante reforçar isto também no material didático, sugerindo as habilidades que podem ser desenvolvidas pelos alunos e que o professor pode avaliar durante a utilização das sequências didáticas

Por fim, os professores relataram que as sugestões discutidas na entrevista foram só para agregar valor ao material didático construído, de forma que nenhuma delas desabonava o conteúdo ali presente, uma vez que novamente citaram que as sequências, da forma que foram elaboradas, poderiam ser colocadas em práticas por eles em suas respectivas salas de aula.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, buscamos entender como é trabalhado a disciplina de química experimental nas escolas em tempo integral de uma cidade do agreste pernambucano e a partir desta compreensão analisar as concepções destes docentes acerca da utilização de uma proposta investigativa experimental para o Ensino de Química.

Assim, a proposta desta pesquisa veio com o intuito de instigar e despertar docentes acerca da utilização de atividades investigativas na abordagem de conceitos químicos, como também dar uma orientação sobre a importância de se promover uma educação que desenvolva no estudante habilidades que o levem a pensar, falar, ler e escrever sobre um determinado tema.

Os resultados mostraram que os professores reconhecem a importância do ensino a partir de investigações, no entanto a compreendem a partir de uma natureza verificativa. Por outro lado, carências estruturais e a carga horária das aulas, por exemplo, impossibilita-os mesmos de utilizar essas práticas com mais frequência. Esta realidade apresentada pelos professores pode favorecer para que eles não tenham tempo para atualizarem suas práticas metodológicas, corroborando para práticas experimentais pautadas no modelo de ensino diretivo, em que o estudante não é levado a se posicionar, questionar, indagar, tomar atitudes, para que dessa forma possam desenvolver seu senso crítico-argumentativo.

Além do mais, um dos fatores que, também, pode favorecer a ausência de práticas que buscam uma postura ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem é o próprio desconhecimento que os docentes possuem acerca destas metodologias. Apenas dois professores conheciam superficialmente as atividades investigativas. Nessa perspectiva, se faz ainda mais importante os processos de formação continuada, para dar subsídio metodológico a estes profissionais para atuarem de maneira diferente em suas respectivas salas de aula. Porém, estes processos são quase que inexistentes quando trata-se da química, e algumas vezes quando acontecem, não atendem as expectativas dos professores, uma vez que as propostas muitas vezes se distanciam dos problemas vivenciados no chão da escola.

Posto isto, a fim de nortear os professores quanto uma abordagem ativa, elaborou-se um material didático com o intuito de tornar as atividades investigativas

mais acessíveis aos mesmos, uma vez que o material didático contém alguns aspectos teóricos sobre uma abordagem investigativa e algumas sequências didáticas propostas nessa perspectiva. Assim, esperamos que os professores possam conhecer um pouco sobre esta metodologia, ao ponto não apenas de replicá-la, mas que a partir disso e de estudos complementares eles possam utilizar ou construir suas próprias sequências investigativas.

Assim, após analisarem o material didático, os professores reconheceram as potencialidades das atividades experimentais na formação de um estudante com senso crítico-argumentativo, porém, ainda citaram a ausência de tempo que possuem para construírem as mesmas, desta forma, elencaram, mais uma vez, a socialização de experiências e os processos de formação continuada como pontos primordiais para aplicação de metodologias que busquem desenvolver estas características nos estudante.

Sendo assim, tomando como base as dificuldades acima relatadas pelos professores, sugere-se o desenvolvimento de pesquisas que tenham por objetivo reduzir a distância existente entre a produção acadêmica (Universidade) e a prática escolar. Nessa perspectiva, buscar uma maior aproximação entre essas duas esferas teria como premissa resolver os problemas gerados no “chão da escola”. Além disso, também promoveria um maior alcance para estas pesquisas, de forma que essas propostas discutidas na academia seriam aproveitadas em mais instituições de ensino, impactando mais professores e estudantes.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. C. C. Implicações da formação continuada para a construção da identidade profissional. **Psicologia da educação**, v. 1, n. 23, p. 155-173, 2006.
- ALTENFELDER, Anna Helena. Desafios e tendências em formação continuada. **Constr. psicopedag.**, São Paulo, v. 13, n. 10, 2005. Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-69542005000100004&lng=pt&nrm=islo>. Acesso em: 05 nov. 2019.
- ALVES, J. Q.; MARTINS, T. J.; ANDRADE, J. J. DOCUMENTOS NORMATIVOS E ORIENTADORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA: a nova BNCC e o ensino de química. **Currículo sem fronteiras**. v. 21, n. 1, p. 241-268, 2021.
- ANDRADE, G. T. B., Percursos Históricos de Ensinar Ciências Através de Atividades Investigativas. **Revista Ensaio**, v. 13, n.01, p. 121-138, 2011.
- ANDRADE, M. G. **Planejamento e plano de ensino de química para o Ensino Médio: concepções e práticas de professores em formação contínua**. 2008. 276 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- ARAUJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: Diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p.176-194, 2003.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. Cap. 2, p. 19-34.
- BACHELARD. G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução: Esteia dos Santos Abreu. 5. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316 p.
- BAPTISTA, M. **Concepções e implementação de atividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico**. 2010. 586 p. Tese (Doutorado em Educação) – Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução: Luis Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011. 279 p.
- BATISTA, R. F. M., SILVA, C. C., A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. **Estudos avançados**, v.32, n. 94, p. 97-110, 2018.
- BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?**. 2ª Ed. São Paulo: Ática, 2002. 144 p.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n.3, p. 291-313, 2002.

BORGES, C. Colaboração docente e reforma dos programas escolares no Quebec. **Educação em Revista**, n. 44, p. 229-255, 2006.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. 154 p.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002. 141 p.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Teoria e Prática em Ciências na Escola: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 2010. 160 p.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2016. 165 p.

CARVALHO, A. M. P., Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências – RBPEC**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CARVALHO, A. M. P. Um ensino fundamentado na estrutura da construção do conhecimento científico. **Scheme - Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**. v. 9, n. especial, p. 137-158, 2017.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas – (SEI). In: LONGHINI, M. D. **O uno e o diverso na educação**. Uberlândia: EdUFU, 2011. cap. 18, p. 253-266.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 1, p. 1-20.

CARVALHO, A. M. P.; RICARDO, E. C.; SASSERON, L. H.; ABIB, M. L. V. S.; PIETROCOLA, M. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 176 p.

CASTRO, C. L.; ARAÚJO, S. C. M. Uma proposta de experimentos com materiais alternativos e partir da análise do livro didático. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XVI ENEQ) E X ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA (X EDUQUI), Salvador, 2012.

DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGHIE, A. **Children's ideas in Science**. Milton Keynes: Open University Press, 1985. 208 p.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de Química: Uma abordagem investigativa contextualizada. **Química nova na escola**. v.32, n.2, p. 101-106, 2010.

- FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. **Metodologias ativas e Inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa**. 1. ed. São Paulo: Saraiva educação, 2018. 235 p.
- FONSECA, J. J. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.
- GALIAZZI, M. C., GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: Uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.
- GIANI, K. **A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa**. 2010. 190 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Biológicas, Instituto de Física, Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2008. 200 p.
- GERHARDT, T. E., SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. 1. Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**. v. 31, n.3, p. 198-202, 2009.
- HODSON, D. Hacia un Enfoque más crítico del Trabajo de laboratorio. Enseñanza de Las Ciências. **Investigación y experiencias didácticas**. v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.
- IBIAPINA, I. M. L. M. **Pesquisa colaborativa: investigação, formação e produção de conhecimentos**. Brasília: Líber Livro Editora, 2008. 136 p.
- KRAWCZYK, N. A escola média: um espaço sem consenso. **Cadernos de Pesquisa**, n. 120, p. 169-202, 2003.
- KRASILCHIK. M. Reformas e Realidade: o caso do ensino de ciências. **São Paulo em Perspectiva**. v. 14, n.1, p. 85-93, 2000.
- LEITE, L. R., LIMA, J. O. G. O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: estudo de caso. **Revista Brasileira Estudos pedagógicos**. v.96, n. 243, p. 380-398, 2015.
- LEWIN, A. M. F e LOMÁSCOLO, T. M. M. La metodología científica em la construcción de conocimientos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.20, n. 2, p.147-154,1998.
- LIMA, J. O. G. O ensino de química na escola básica: O que se tem na prática, o que se quer em teoria. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**. v. 6, n.2, 2016.

- LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 12, n. 136, p. 95-101, 2012.
- LIMA, M. H. S., PEREIRA, R. Y. R., MONTEIRO, A. J. P. S., NUNCES, J. B. M. Investigação orientada: Uma abordagem para o ensino de Cinética Química. In: 16 Simpósio Brasileiro de Educação Química. Rio de Janeiro, 2018
- LIMA, M. E. C. C. Formação continuada de professores de química. **Química Nova na Escola**. n.4, p. 12-17, 1996.
- MALACARNE, V. **Os professores de química, física e Biologia da região oeste do Paraná: Formação e atuação**. 2007. 261 p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química: professores pesquisadores**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2000.
- MENDONÇA, J. R., ZANON, D. A. V., Experimentos investigativas a partir da temática refrigerante no Ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 12, n. 3, p. 43-55, 2017.
- MESSEDER, J. C., OLIVEIRA, D. A. A. S. Ensino de Química no Ensino Fundamental: relatos de práticas investigativas nos anos iniciais. **Educação Química em Ponto de Vista**, v.1, n. 2, p. 121-134, 2017.
- MINAYO, M. C. S. (org.) **Pesquisa social: Teoria, método e criatividade**. 28 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.
- MORAIS, C. S., NETO, J. E. S., FERREIRA, H. S. Perspectivas de ensino das ciências: O modelo por investigação no Sertão Pernambucano. **Experiências em Ensino de Ciências**. v.9, n.1, p. 90-100, 2014.
- MUNFORD, D., LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Revista Ensaio**, v. 09, n. 01, p. 89-111, 2007.
- NETO, J. E. S., CRUZ, M. E. B., Uma sequência didática sobre perfumes e essências para o ensino de funções orgânicas oxigenadas. **Revista Dynamis**. FURB, Blumenau, v. 24, n. 1, p. 3-19, 2018.
- OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições de abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Actia Scientiae**, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.
- PACHECO, J. **Inovar é assumir um compromisso ético com a educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2019. 152 p.
- PAGOTTO, M. D. S. A organização das licenciaturas: Práticas atuais e perspectivas de mudanças. Águas de Lindoias (SP): **Anais do IX Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino**, p. 376-385, 1998.

PEREIRA, B. B.. Experimentação no ensino de ciências e o papel do professor na construção do conhecimento. **Cadernos da FUCAMP**, v. 9, p. 83-92, 2010.

PEREIRA, J. E. D. **Formação de professores: Pesquisa, Representações e Poder**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2000. 168 p.

PINHEIRO, R. S. C., NASCIMENTO, M. T. Análise do currículo referência de Química de uma rede estadual de educação. **Ciência & Educação**, v. 24, n. 2, p. 659-675, 2018.

PIZARRO, M. V., BARROS, R. C. S. N., SILVA, M. A. B. Formação continuada de professores dos anos iniciais: “Seminário de Boas Práticas” como proposta de formação e integração docente. **Perspectiva**, v. 35, n. 3, p. 937-950, 2017.

PREDEBON, F. **Evolução das concepções didáticas de futuros professores de química sob uma perspectiva investigativa construtivista**. 2009. 271 p. Dissertação (mestrado) – Instituto de ciências básicas da saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

PRSYBYCIEM, M. M., SILVEIRA, R. M. C. F., SAUER, E. Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no Ensino Médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 17, n. 3, p. 602-625, 2018.

QUADROS, A. L., SILVA, D. C., ANDRADE, F. P., ALEME, H. G., OLIVEIRA, S. R., SILVA, G. F., Ensinar e aprender Química: a percepção dos professores do Ensino Médio. **Educar em Revista**, n. 40, p. 159-176, 2011.

ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. In: MORAES, R. (Org). **Construtivismo e Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000. p.195-208.

SÁ, E. F., LIMA, M. E. C. C., JR, O. A. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 79-102, 2011.

SALES, E. S. **Formação inicial de professores de química: um estudo acerca das condicionantes da prática avaliativa**. 2017. 167 p. Dissertação (Mestrado em educação em ensino de ciências e matemática) – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2017.

SANTOS, V. G. S., GALEMBECK, E., Sequência Didática com Enfoque Investigativo: Alterações Investigativas na Elaboração de Hipóteses e Estruturação de Perguntas Realizadas por Alunos do Ensino Fundamental II. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências – RBPEC**, v. 18, n. 3, p. 879-904, 2018.

SASSERON, L. H., Alfabetização Científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v.17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, Supl.1, p. 14-24, 2002.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa no Ensino de Química e a Importância da Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**, n. 20, p. 49-54, 2004.

SCHNETZLER, R. P. Concepções e alertas sobre Formação Continuada de Professores de Química. **Química Nova na Escola**, n. 16, p. 15-20, 2002.

SILVA, E. S.; SASSERON, L. H. BNCC: Entre avanços de pesquisa e articulações necessárias. **Revista Currículo e Docência**. v. 2, n. 2, p. 24-45, 2020.

SILVA, E. T. **Resolução de Problemas no Ensino de Ciências baseada em uma abordagem investigativa**. 2018. 61 p. Dissertação (Mestrado em educação em ensino de ciências e matemática) – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2018.

SILVA, E. T., SÁ, R. A., BATINGA, V. T. S.A resolução de problemas no ensino de ciências baseada em uma abordagem investigativa. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 169-188, 2019.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. (Org.). Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000.

SILVA, R. M. S., SOUZA, P. V. T., AMAURO, N. Q, CASTRO, P. A. As aulas de ciências/química no Ensino Médio: (RE)pensando a sua finalidade. **Cad. Ed. Tec. Soc.** v. 10, n. 3, p. 186-197, 2017.

SILVA, R. T., CURSINO, A. C. T., AIRES, J. A., GUIMARAES, O. M. Contextualização e experimentação uma análise dos artigos publicados na seção “Experimentação no Ensino de Química” da revista Química Nova na Escola. *Revista Ensaio*, v. 11, n. 02, p. 277-298, 2009.

SILVEIRA, T. A.; OLIVEIRA, M. M. Formação inicial e saberes docentes no ensino de química através da utilização do círculo hermenêutico-dialético. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. Anais. Florianópolis: UFSC, 2009, p. 1-13.

SUART, R. C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**. 218p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo. Instituto de Física, Instituto de Química, Faculdade de Educação e Instituto de Biociências, São Paulo, 2008.

SUART, R. C., MARCONDES, M. E. R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 8. n. 2, 2008.

TARTUCE, G. L. B. P., NUNCES, M. M. R., ALMEIDA, P. C. A. Alunos do Ensino Médio e Atratividade da Carreira Docente no Brasil. **Cadernos de Pesquisa**, v. 40, n. 140, p. 445-477, 2010.

TONIDANDEL, C. C. **A prática de ensino de química em uma instituição pública de Ensino Médio: Inovação x Tradição**. 2007. 120 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: A pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 2015. 175 p.

VALENTE, J. A., ALMEIDA, M. E. B., GERALDINI, A. F. S., Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Rev. Diálogo Educ.** v.17, n. 52, p. 455-478, 2017.

VIDRIK, E. C. F., MELLO, I. C. Ensino de química por investigação em um centro de educação de jovens e adultos. **Polyphonia**, v.27, n. 1, p. 555-571, 2016.

VILELA, C. X., BATINGA, V. T. S., MENEZES, M. G., AMARAL, E. M. R., BARBOSA, R. M. N. Análise das concepções de alunos sobre aquecimento global em uma sequência didática elaborada a partir de uma situação-problema. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA. 14, 2008, Curitiba. Resumos. Paraná, 2008.

WARTHA, E. J., LEMOS, M. M. Abordagens investigativas no ensino de Química: limites e possibilidades. **Amazônia: Revista de educação em ciências e matemática**, v. 12, n. 24, p. 05-13, 2016.

ZANON, D. V.; FREITAS, D.; A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v.10, p. 93-103, 2007.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. L., **Atividades investigativas para as aulas de ciências: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa**. 1 ed. Curitiba: Apris, 2016. 141 p.

APÊNDICE A – ROTEIRO PARA ENTREVISTA

Caracterização do entrevistado

Nome:

Há quanto tempo se formou:

Formação Inicial:

1. Você acredita que é importante trabalhar a química de forma experimental em sala de aula? Justifique.
2. Com que finalidade você utiliza as práticas experimentais no processo de ensino-aprendizagem?
3. Quais são as maiores dificuldades enfrentadas por você para se trabalhar conceitos químicos de forma experimental?
4. Você conhece o Ensino por Investigação? Se sim, qual sua compreensão?
5. Você já trabalhou com práticas experimentais investigativas?
 - Se sim (Fazer uma comparação entre o ensino tradicional e o ensino investigativo. O que uma é “melhor” em relação a outra).
 - Se não (Por que você não utiliza? Nunca ouviu falar? É devido à falta de formação?)
6. Quais são os conteúdos que você possui maior dificuldade para trabalhá-los de forma experimental?

APÊNDICE B – MATERIAL DIDÁTICO PRODUZIDO

LUCAS P. R. AFONSO • ROBERTO A. SÁ • ANA PAULA SOUZA

Ensino de Química por Investigação



Compreendendo uma abordagem investigativa

Comumente, o processo de ensino e aprendizagem nas escolas brasileiras parte do pressuposto de que o professor vai apresentar aos estudantes uma nova informação e cabe a eles memorizá-la para que possam executar o que foi “aprendido” em atividades avaliativas. Estas práticas, aqui nomeadas como conservadoras, centram o processo educacional no professor e exige dos estudantes apenas a função de tentar acompanhar o raciocínio desenvolvido pelo docente, ou seja, demanda do estudante assumir um papel passivo na construção do seu próprio conhecimento (CARVALHO, 2013). No entanto, essas práticas já não atendem mais as necessidades da contemporaneidade, a partir do momento que precisamos formar estudantes críticos e autônomos que consigam relacionar o conhecimento aprendido com o seu cotidiano, desta forma, trazendo uma aplicabilidade para o mesmo.

Partindo dessa nova necessidade, trazemos a abordagem investigativa como uma estratégia que pode contribuir para o desenvolvimento das habilidades e competências exigidas pela sociedade atual, uma vez que a mesma tem como uma das principais características estimular uma postura ativa do estudante durante o processo de ensino e aprendizagem, pois possibilita um ensino em que ele realiza pesquisas, inferências, elabora hipóteses e discute com seus colegas o conhecimento que está aprendendo (CARVALHO, 2013). Além disso, nesta abordagem o professor não será mais o ator principal do processo de ensino e aprendizagem, desempenhando a função de mediador, de forma que irá propor caminhos que auxiliem o estudante a construir seu próprio aprendizado. Desta forma, percebe-se que o professor irá abrir espaço para o estudante ser o principal protagonista da ação educacional.

Mas o que vem a ser uma abordagem investigativa? Carvalho (2018) define-a como o ensino de conteúdos em que o professor proporciona condições para que os estudantes **pensem, falem, leiam e escrevam** sobre uma temática em questão. Sabe-se que numa abordagem investigativa, tem-se como ponto de partida uma situação problema em que os estudantes irão se organizar de forma individual ou coletiva para propor soluções para o mesmo (FILATO; CAVALCANTI, 2018). Sendo assim, os alunos serão levados a **pensarem** formas de resolvê-lo, propondo um caminho para solucionar o problema; podendo ser estimulados a realizarem leituras,

uma vez que terão que se basear no conhecimento para nortear seus argumentos. Além disso, os estudantes também irão **falar**, pois uma abordagem investigativa exige deles a socialização das aprendizagens construídas; E por fim, serão estimulados a **escrever**, pois irão registrar, com autonomia e clareza, todas as etapas e ideias desempenhadas por eles para solucionar o problema (CARVALHO, 2018).

Dessa forma, percebe-se que diferentemente da situação exposta no início deste texto, em uma abordagem investigativa os alunos irão colocar a “mão na massa” e isto possibilitará uma construção de aprendizagem de maneira mais sólida por parte deles. Além disso, percebe-se que neste tipo de ensino, não se avalia apenas por uma prova escrita no final de um ciclo, mas envolve uma avaliação formativa que leva em consideração todo o processo de construção realizado, em que será analisado se o estudante sabe falar, argumentar, ler e escrever sobre o conteúdo proposto.

Um outro aspecto destacado por Carvalho (2018) é que a diretriz principal de uma atividade investigativa parte de dois pressupostos: o grau de liberdade intelectual dado ao estudante e a elaboração do problema. No que se refere ao primeiro pressuposto, a autora e colaboradores esquematizaram um cenário (Quadro 1) que retrata esses graus de liberdade no processo de ensino e aprendizagem em atividades experimentais.

Quadro 1 - Graus de liberdade do professor (P) e dos alunos (A) em atividades experimentais.

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: Carvalho; Ricardo; Sasseron; Abib; Pietrocola (2010, p. 55.)

No grau 1, percebemos uma compreensão de aprendizagem conservadora, em que o problema e a hipótese foram apresentados ao estudante pelo professor, bem como o plano de trabalho, ou seja, cabe ao aluno apenas seguir as etapas já estabelecidas, sem questionar as ações propostas. Por isso, este modelo é muito

conhecido como “receita de cozinha” e não favorece a criticidade do aluno, até porque como já conhecem o resultado que deve ser obtido, é comum o estudante alterar os dados alcançados para não “errar” frente ao professor (CARVALHO, 2018). No entanto, em uma abordagem investigativa a compreensão de erro é diferente. Não podemos “condenar” o erro do estudante, mas enxergá-lo como uma oportunidade do mesmo ressignificar seus conceitos, como também tomar consciência do processo de construção do conhecimento. Nesta perspectiva, Carvalho (2017, p. 137) reforça que “o erro, quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio”. Por fim, o grau 1 favorece para que o estudante não confie nos seus próprios dados.

No grau 2, ainda temos uma compreensão de ensino diretivo, no entanto, já percebemos um professor que possibilita uma maior participação dos estudantes no processo, podendo haver a participação dos mesmos na elaboração das hipóteses e no plano de trabalho em conjunto com o professor. Porém, ainda é a resposta do professor que conduz toda a atividade (CARVALHO, 2018). Segundo a autora, no grau 3, já temos o que chamamos de uma abordagem investigativa, uma vez que a parte ativa de raciocínio está nas mãos dos estudantes, a partir do momento em que o plano de trabalho será desenvolvido prioritariamente por eles, mas claro, com a supervisão do professor como mediador de todo o processo. Inclusive, esta é a principal característica que difere o grau 2 e 3. Enquanto que no grau 2, o plano de trabalho é conduzido preferencialmente pelo professor (P/A), no grau 3, já se dá liberdade intelectual para que o estudante conduza o processo (A/P).

O grau 4 também é caracterizado como uma abordagem investigativa, podendo ser desenvolvido dessa forma em uma turma de estudantes que já está habituada com esse tipo de abordagem, como, também, a trabalhar em grupo e tomar decisões para resolver problemas propostos. Tendo em vista uma maior familiaridade com este modelo de ensino, os processos de conclusão e construção do conhecimento se tornam mais profundos.

Por fim, o grau 5 é muito raro no Ensino fundamental e Médio, pois todas as etapas são propostas pelos próprios estudantes, segundo Carvalho (2018), este grau de liberdade é raramente encontrado em Feira de Ciências.

Como descrito acima, uma abordagem investigativa traz consigo inúmeras características que divergem de uma compreensão de ensino mais conservadora.

Dessa forma, não podemos pensar que é fácil mudar o paradigma já instituído nas escolas, pois diversos fatores podem dificultar esta mudança. Como uma das dificuldades, podemos citar a própria formação (inicial ou continuada) dos docentes, pois muitos não conhecem esta corrente metodológica e já se sabe que o desconhecido traz consigo a necessidade de repensar a prática vigente e aprender uma nova e isso requer tempo, coisa que muitas vezes os professores não têm, além disso, eles, por muitas vezes, por medo de falhar, não optam por mudar sua prática docente.

Porém, o medo de falhar não é uma característica apenas presente nos professores, mas também comum aos estudantes. Como dito anteriormente, em uma abordagem investigativa, a relação professor-aluno é enxergada numa perspectiva de troca de conhecimentos constante, em que o estudante deve, além de outras ações, se comunicar com todos que estão incluídos no processo de ensino e aprendizagem. Sendo assim, para criar esta atmosfera de confiança e aprendizagem mútua, é necessário habilidade do professor para manter o ambiente não coercitivo, pois a princípio os estudantes, por não estarem habituados a esta metodologia, irão se sentir retraídos a participarem. Nesse sentido, além de habilidade para conquistar os alunos, é necessário que o professor traga um bom problema para estimular a curiosidade, e conseqüentemente, a participação dos estudantes na aula.

O que é um problema e como elaborá-lo?

Na abordagem investigativa, vimos que Carvalho (2018) traz a elaboração da questão-problema como um dos principais pressupostos que norteiam esta metodologia, uma vez que é a partir dela que irá se suceder as demais etapas de construção do conhecimento. Sobre isso, Bachelard (1996, p.18) destaca que “todo conhecimento é resposta a uma pergunta”. Sendo assim, nos perguntamos: Que tipo de questão é essa? Como elaborá-la? É o que pretendemos discutir neste tópico.

Mas, antes disso, devemos ter clareza para saber onde queremos chegar. Nos dias atuais, é necessário desenvolver nos estudantes uma postura crítica para compreender a sociedade e suas relações. Partindo deste pressuposto, devemos propor meios para potencializar esta habilidade que resulta no desenvolvimento de sua autonomia. Desta forma, na abordagem investigativa, percebemos a busca pela

“equilíbrio” discutida por Piaget (1976), que afirma, que a partir do momento que uma nova situação (problema) é apresentada ao aluno e ele não possui formas de resolvê-la com base em seus conhecimentos prévios, este se encontra em um processo de desequilíbrio, que pode ser temporário a partir do momento em que ele busca maneiras de entender a situação exposta, culminando em uma nova equilíbrio (CARVALHO, 2013). Sendo assim, entende-se o processo de ensino e aprendizagem como uma construção, em que as ideias iniciais se tornam mais completas e estruturadas a partir das novas situações e experiências vivenciadas.

Dito isto, para elaborar um bom problema, este deve fazer sentido e instigar a curiosidade do estudante, desta forma, o envolvendo na busca de soluções para o problema exposto, nos quais os conhecimentos até então adquiridos não são suficientes. Porém, ao analisar os “problemas” apresentados aos estudantes por meio dos livros didáticos e nas escolas brasileiras chega-se à conclusão que na verdade, uma boa parte deles tratam-se de exercícios. O que difere um do outro é que os exercícios se utilizam de técnicas já estabelecidas para respondê-las, de forma que existe uma única resposta e uma única maneira de solucionar o questionamento. Enquanto que nos problemas, se utiliza de cenários diferentes de investigação, em que os estudantes, por exemplo, podem tomar diferentes caminhos/trajetos para solucioná-los, de forma que não há apenas uma forma correta de resolvê-lo.

Portanto, faz-se necessário introduzir nas aulas de ciências, do Ensino Fundamental até o Ensino Médio, atividades investigativas que possibilitem um grau de liberdade estudantil com níveis 3 ou 4, pois elas são compreendidas como atividades inovadoras, seja envolvendo experimentos, como também problemas de lápis e papel (CARVALHO, 2018). Além disso, nas atividades o problema pode ser trabalhado de maneira introdutória ou sistematizadora, de forma que pode iniciar a construção de um novo conceito ou até mesmo relacionar um conceito já aprendido a uma nova estrutura científica.

Portanto, é sempre bom lembrar que uma boa situação problema dá liberdade intelectual ao estudante e cria condições em sala de aula para o mesmo argumentar/participar sem medo de errar. No entanto, embora o professor muitas vezes faça questionamentos interessantes em sala de aula, por estar acostumado a ser o detentor do conhecimento não dá liberdade para o estudante responder/participar (CARVALHO, 2018).

Ainda nessa perspectiva, um bom problema, segundo Carvalho (2018, p. 771-772):

1. Dá condições para os alunos resolverem e explicarem o fenômeno envolvido no mesmo. 2. Dá condições para que as hipóteses levantadas pelos alunos levem a determinar as variáveis do mesmo. 3. Dá condições para os alunos relacionarem o que aprenderam com o mundo que vivem. 4. Dá condições para que os conhecimentos aprendidos sejam utilizados em outras disciplinas do conteúdo escolar. 5. Quando o conteúdo do problema está relacionado com os conceitos espontâneos dos alunos (DRIVER; GUESNE; TIBERGHIE, 1985), esses devem aparecer como hipóteses dos mesmos.

Com base nestas características levantadas pela autora, percebe-se a importância do problema estar relacionado com o dia a dia do estudante, para que dessa maneira ele consiga relacionar o conhecimento científico ao seu “conhecimento espontâneo”, que se caracteriza como o conhecimento construído no seu cotidiano a partir das suas relações com o meio em que vive. Além disso, também reforça a necessidade de problemas interdisciplinares, afinal de contas, devemos sempre procurar desenvolver a concepção que o conhecimento se trata de uma rede interligada, onde todas as disciplinas conversam entre si, distanciando a concepção de ciência isolada. Ainda nessa perspectiva, Santos e Galembeck (2018, p. 883) afirmam que um bom problema busca promover um “maior envolvimento do grupo, de modo que os alunos se sintam pertencentes à ação investigativa e não apenas cumprindo tarefas”. Ou seja, um bom problema também proporcionar ao estudante um maior engajamento com o processo educacional.

No que se refere a problemas de cunho experimental, Carvalho (2018, p. 772) diz que bons problemas dão condições para que os alunos “passem das ações manipulativas às ações intelectuais (elaboração e teste de hipóteses, raciocínio proporcional, construção da linguagem científica). Construam explicações causais e legais (os conceitos e as leis)”.

Ainda com relação aos problemas de natureza experimental, percebe-se uma preocupação com o discente para que ele faça reflexões das ações que estão sendo desempenhadas, de forma que consiga não só compreender o problema, mas também explicá-lo a partir da escrita fundamentada em leis e conceitos. Esta preocupação surge do paradigma que é vivenciado em boa parte das instituições brasileiras, onde o estudante apenas desempenha ações já pré-estabelecidas em roteiros experimentais, conhecido como “receita de cozinha”, sem que sejam

realizadas reflexões acerca do mesmo e isto não desenvolve o pensamento crítico do estudante.

Além do mais, por muitas vezes, o resultado que deve ser obtido já é de conhecimento prévio, sendo assim, os estudantes acabam que mascarando os resultados reais obtidos para se adequarem ao que deveria ter sido alcançado. Se perde, portanto, uma grande oportunidade de aprendizagem, uma vez que “seria ideal que o professor estimulasse seus alunos a detectarem erros, ponderando as incertezas e aprendendo com a superação” (VIEIRA, 2012, p. 63). Sendo assim, concluo que, independentemente se a sequência didática for de cunho experimental ou não, o mais importante é dar liberdade intelectual ao estudante para pensar, refletir, ler, escrever, desenvolver habilidades que lhe permitam compreender a ciência e sua relação com o mundo em que vivemos, ou seja, cabe ao professor exercer seu papel de mediador para conduzir a sequência didática de forma a exercitar estas características nos estudantes.

O cuidado do professor com o grau de liberdade intelectual dado ao estudante, onde vai criar um ambiente em que o mesmo não deve ter medo de errar é uma das principais diretrizes que define e sustenta uma abordagem investigativa. Além disso, a própria elaboração do problema que é o ponto de partida que vai orientar todas as demais etapas é outra diretriz que a define. No entanto, Carvalho (2018) destaca que o papel de mediador do professor deve ser ainda mais presente em sequências investigativas trabalhadas no Ensino Médio, uma vez que a carga horária reduzida e o número excessivo de estudantes não permitem que o professor conheça de forma efetiva todos os seus estudantes. Sendo assim, a interação professor-aluno, por muitas vezes, não se torna sólida como se gostaria e o grau de liberdade dado ao mesmo se torna fragilizado. Nesta perspectiva, cabe ao professor atuar de forma ainda mais decisiva, compreendendo o seu papel e orientando a argumentação dos estudantes através de perguntas didáticas, científicas e epistêmicas que proporcionem a construção de um ambiente de troca de aprendizagens, atingindo dessa forma o objetivo dessas sequências.

O papel do professor e a elaboração de sequências didáticas de ensino investigativo

Quando se fala no ensino de ciências da natureza, as diretrizes nacionais (BRASIL, 2002, 2000; 2018) apontam a necessidade de atingir um ensino capaz de fazer com que os estudantes consigam perceber a influência da ciência e da tecnologia no seu dia a dia, bem como saber tomar decisões com base nos seus pressupostos sobre questões ligadas a situações que irão influenciar a sua vida e o meio ambiente no qual está inserido. Ou seja, o objetivo é alcançar a alfabetização científica dos estudantes, que se caracteriza como um processo de desenvolvimento constante, em que eles são levados a “discutir temas das ciências e o modo como estão presentes e influenciam sua vida e a da sociedade” (SASSERON, 2013, p. 42).

Nessa perspectiva, uma abordagem investigativa traz consigo características próprias do fazer científico, pois concebe o ensino de ciências de forma problemática, além de permitir que os estudantes ampliem sua cultura científica, criando um ambiente propício para eles construírem seus próprios conhecimentos. No entanto, deve-se perceber a importância do papel do professor durante todo o processo educacional. Não se deve enxergar a atuação dele de forma simplista, como se ele fosse apenas explicar aos estudantes uma questão-problema e estes fossem desempenhar todas as demais etapas sozinhos, pois em uma abordagem investigativa requer antes de tudo, **planejamento** por parte do professor, para que ele possa orientar os alunos na busca pelo conhecimento.

No planejamento de sequências de ensino investigativas, primeiramente, o professor deve **pensar na questão-problema**, que pode ser experimental ou não. Porém, o problema não pode ser uma questão qualquer. O professor deve pensar em um problema que esteja inserido no contexto cultural do estudante, para que desta forma os alunos se sintam interessados pela temática, e conseqüentemente motivados em participar. Mas, além disso, que possibilite ao estudante utilizar seus conhecimentos prévios, pois estes serão o ponto de partida para a elaboração de hipóteses por ele.

Independentemente do tipo de problema escolhido pelo professor (experimental ou não), ele precisa escolher um caminho que permita ao estudante levantar suas próprias hipóteses, fazendo com que passe da ação manipulativa à intelectual, além disso, os problemas devem possibilitar o debate entre os pares e com o professor, ou seja, deve-se dar liberdade intelectual para os estudantes (CARVALHO, 2013). Para tanto, é importante que o docente disponibilize um

material didático auxiliar adequado para a resolução do problema, para que desta forma os estudantes não se percam durante o trajeto.

Após o planejamento, quando chegar o momento da aula, o professor vai **propor a questão-problema junto com os materiais auxiliares**. Esta etapa requer do professor clareza para explicar aos estudantes as etapas a serem desenvolvidas, bem como cuidado para não dar as respostas, nem ensinar os estudantes a manipularem o material para obtê-la (CARVALHO, 2013).

Logo depois a abordagem da questão-problema, se inicia uma das etapas mais importante que é a resolução da mesma pelos alunos. Esta etapa se inicia pela **elaboração das hipóteses**, em que os alunos, com base nos seus conhecimentos prévios, irão propor uma ideia que responda ao problema proposto. Segundo Carvalho (2013, p. 11), “nesta etapa, o importante não é o conceito que se quer ensinar, mas as ações manipulativas que dão condições para os alunos levantarem hipóteses”. Então, neste momento, a partir do manuseio dos materiais disponibilizados, as equipes irão construir uma hipótese e cabe ao professor mediá-las. Logo em seguida, chega o momento em que os alunos irão **propor um plano de trabalho** que verifique se a hipótese inicial estava correta ou não. Os alunos poderão utilizar, caso necessário, textos, livros, matérias jornalísticas disponibilizados para a elaboração do referido plano.

Após a elaboração do plano de trabalho, os estudantes poderão colocá-lo em prática e a partir disto realizar a **obtenção dos dados**, onde irão verificar se suas hipóteses estavam corretas. Caso esteja errada, eles conseqüentemente eliminarão uma variável. É importante deixar que os estudantes façam estes testes, mesmo que estejam errados. Deve-se enxergar o erro como uma possibilidade de ressignificar conceitos e gerar a aprendizagem.

Após a resolução do problema, agora se inicia o momento de **sistematização e socialização dos conhecimentos**. Nesta ocasião, o professor, através de questionamentos, vai buscar identificar as descobertas feitas pelos estudantes na aula, pedindo que socializem as conclusões obtidas por suas equipes. Esta etapa é muito importante, pois vai favorecer o acontecimento de duas coisas. Primeiramente, vai possibilitar que os estudantes, de fato, façam a mudança da ação manipulativa (o que foi realizado) para a ação intelectual (construção de conceitos/significação). Segundamente, vai possibilitar o desenvolvimento da argumentação científica por parte dos estudantes, uma vez que irão propor uma explicação causal para justificar

os acontecimentos com base nos dados obtidos nas suas leituras e observações, sendo assim, os alunos começarão a aprender a falar sobre Ciência (CARVALHO, 2013). Mais do que nunca, o professor deve agir como um mediador, facilitando os momentos de socialização e interação entre todos, bem como estruturando as construções de conceitos

Por fim, chega o momento em que os estudantes irão **escrever** sobre o que aprenderam durante toda a sequência de ensino investigativa. Esta etapa é individual e é o instante em que os alunos irão refletir suas construções pessoais de conhecimento (CARVALHO, 2013). Então, como discutido acima, o papel do professor antes e durante esta abordagem metodológica é primordial, pois desde o planejamento de uma boa questão problema até a investigação da mesma pelos alunos, o docente deve estar atento para perceber como as etapas estão se sucedendo entre os grupos, como também buscar identificar momentos oportunos de aprendizagem que poderá colocar para diálogo nos momentos de discussão.

Currículo e Autonomia Discente

Como dito anteriormente, as necessidades da contemporaneidade não são mais as mesmas de anos atrás. Ao se fazer uma análise das recomendações relatadas na nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), percebe-se que o referido documento descreve como uma das competências gerais para a educação básica:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (BRASIL, 2018, p. 9).

Fica claro, a partir desta citação, a necessidade de implementar sequências didáticas com um enfoque investigativo para a abordagem dos componentes curriculares da educação básica, pois ela instiga uma postura questionadora por parte do estudante, a fim de compreender o contexto no qual está inserido. Sendo assim, percebe-se que práticas conservadoras de ensino não favorecem o desenvolvimento de competências propostas na BNCC. No que se refere ao ensino dos componentes curriculares que constituem as ciências da natureza, a BNCC também enfatiza que esta área “deve contribuir com a construção de uma base de

conhecimento contextualizado, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos” (BRASIL, 2018, p. 537).

Práticas de ensino que provocam no estudante o desenvolvimento dessas habilidades culminam na autonomia estudantil, que se configura em um estudante que se questiona, que expõe suas opiniões, que pesquisa, que relaciona e aplica as informações obtidas a situações do seu dia a dia, ou seja, a utilização dessas práticas favorece a formação de um estudante crítico e autônomo que irá levar o conteúdo aprendido para além dos muros da escola.

No entanto, para que isto ocorra, o estudante deve participar ativamente das discussões e interagir entre eles, com o professor e com o material didático, de forma que possa realizar ações intelectuais, a partir do momento que manipula materiais, informações e conhecimentos, exercendo seu papel de protagonista de sua própria aprendizagem. Porém, sabe-se que nem todos os estudantes se interessam pelas ciências, como também nem todos os conteúdos permitem uma motivação imediata. Sendo assim, cabe ao professor criar cenários de contextualização que possibilitem que os problemas possam estimular os estudantes a realizá-los. Nesse contexto, o Problema por se configurar como um desafio aberto deve envolver os estudantes no processo e instigá-los a desempenhar as etapas e consequentemente construir suas aprendizagens.

Estas práticas também permitem ao estudante o desenvolvimento de conteúdos procedimentais e atitudinais de ensino com a mesma ênfase que se é dada aos conteúdos conceituais, uma vez que como discutido anteriormente, em uma abordagem investigativa, aprender ciências:

envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; tornando-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte as assertivas do conhecimento (DRIVER *et al.*, 1999, p. 36).

Nessa perspectiva, percebe-se que uma abordagem investigativa não tem como objetivo apenas desenvolver no estudante a ampliação de seus conhecimentos científicos, mas também que o mesmo consiga compreender a sociedade a partir da ótica da ciência e que dessa maneira desenvolva habilidades que poderá utilizá-las não só na escola, mas também no seu dia a dia.

Para tanto, na abordagem investigativa há uma mudança de como se configura as interações entre o professor e o aluno. Alguns professores, inclusive,

relatam que se torna mais difícil manter o controle da sala quando se utilizam metodologias ativas de ensino e por isso temem perder a sua autoridade. No entanto, deve-se ter clareza para compreender que o docente continua sendo a autoridade epistêmica e social em sala de aula, mas dessa vez ela vai permitir que o estudante desenvolva o seu trabalho intelectual (SASSERON, 2018). Além disso, ao aplicar essas sequências em sala de aula, estaremos estimulando o estudante a aprender, a falar e a escrever sobre ciências, ou seja, alfabetizando-o cientificamente.

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS

O ensino investigativo trata-se de uma metodologia ativa, em que o aluno é o centro do processo de ensino e aprendizagem e o professor atua como um mediador possibilitando uma participação ativa, reflexiva e autônoma do estudante, isso não significa dizer que ele atuará sozinho nesse processo, mas que o professor estará presente guiando-o e questionando-o sobre suas escolhas e colocações, fazendo-o refletir sobre o que está sendo aprendido e possibilitando-o passar da ação manipulativa para a intelectual.

Sendo assim, ao longo do desenvolvimento das Sequências de Ensino Investigativas (SEI) o professor precisa apresentar o problema a ser investigado com calma e clareza para que os estudantes compreendam o que se quer investigar, para que assim possam elaborar hipóteses e um plano de trabalho coerente. Além disso, durante a elaboração das hipóteses e do plano de trabalho, bem como ao longo do seu desenvolvimento, o professor precisa visitar os grupos para acompanhar o raciocínio da equipe, instigar a participação de todo o grupo, além de fazer as ponderações e questionamentos necessários para nortear o trabalho dos alunos. No entanto, é preciso destacar que nesse momento o professor deve ter cuidado para não dar respostas prontas e informações aos estudantes que irão direcionar suas hipóteses.

Outro aspecto importante está relacionado com a organização dos alunos, ao trabalharmos com sequências didáticas investigativas podemos organizar os alunos em grupos, assim estimulamos o trabalho cooperativo entre eles. Uma sugestão é dividir a turma em equipes de três ou quatro alunos e expor a problemática e os materiais necessários para a resolução da mesma. Caso a turma tenha um número

relativamente grande de alunos, você poderá dividi-la e realizar a atividade em dois momentos ou formar grupos um pouco maiores com cinco ou seis alunos, neste caso é importante ficar atento a participação de todos os alunos na atividade.

A seguir apresentamos cinco sequências didáticas investigativas que podem contribuir para uma participação mais ativa dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, vale ressaltar, que não estamos dizendo aqui, que essa é a melhor ou a única forma de abordar os conteúdos e estimular a participação ativa dos alunos, mas que trata-se de um possível caminho e que o professor deve avaliá-las, e decidir se irá utilizá-las como estão propostas ou poderá adequá-las a realidade do chão da sua escola.

Investigando a presença de amido nos alimentos por meio da reação com o iodo.

Público Alvo: 3º ano do Ensino Médio

Objetivo Geral: Identificar qualitativamente os alimentos ricos em carboidratos, por meio da identificação da presença de amido nesses alimentos, além disso possibilitar uma conscientização dos estudantes acerca da importância de uma alimentação balanceada com base no entendimento da reação bioquímica que transforma o amido presente em alguns alimentos em glicose.

Objetivos de aprendizagem:

- Identificar os alimentos ricos em amido.
- Compreender o processo de digestão do amido.
- Reconhecer as funções orgânicas presentes na glicose, produto da digestão do amido.
- Reconhecer a importância de uma alimentação balanceada.

Materiais e Reagentes

Neste tópico está descrito os materiais e reagentes necessários para o desenvolvimento desta sequência de ensino investigativo. Alguns destes materiais podem ser adaptados pelo professor diante do contexto na qual estão inseridos.

Quadro 2 - Materiais e reagentes necessários para o desenvolvimento da SEI.

Materiais e Vidrarias	Reagentes
Conta gotas ou pipeta de plástico	Tintura de Iodo 2%
Prato descartável, pires ou placa de Petri	
Alimentos ricos em amido	Outros alimentos
Batata	Maçã
Macarrão	Laranja
Pão	Cenoura
Arroz	Açúcar
Bolacha	Sal
Farinha de trigo	

Fonte: ZOMPERO; LABURU, 2016. **Adaptado.**

Momentos Pedagógicos

Momento 1: Apresentação do problema

Débora é uma adolescente de 15 anos que ama comer compulsivamente alimentos, como: pão, macarrão, arroz, salgadinhos, entre outros. Porém, infelizmente, descobriu recentemente que possui diabetes, esta doença tem como característica uma desregulação na quantidade de glicose (açúcar) presente em nosso sangue. O médico de Débora disse que ela precisará evitar alimentos ricos em açúcar (bolos, chocolates, doces etc.), bem como consumir de forma moderada pão, macarrão, arroz e salgadinhos, mas o que tem nesses alimentos que podem aumentar a glicemia de Débora?

Momento 2: Registro das hipóteses dos alunos

Em grupo, os estudantes, com base nos seus conhecimentos prévios, irão discutir suas ideias e elaborar algumas hipóteses que respondam a questão problema. É provável que eles acreditem que Débora (personagem da questão) não poderá continuar com a mesma alimentação, pois é comum pessoas adultas informarem que alguns desses alimentos não são saudáveis ou devem ser consumidos com moderação. Caso nesse momento os alunos apresentem

dificuldades para elaborar suas hipóteses, o professor poderá levantar alguns questionamentos para estimulá-los, como por exemplo:

- Vocês sabem o que é diabetes?
- Os alimentos que Débora consome são fontes de que?
- Como podemos fazer para ajudar Débora a identificar o que tem nos alimentos que ela come que alteram a sua glicose?

Após a elaboração das hipóteses e a partir dos questionamentos, pode ser que eles façam uma relação dos alimentos referidos no problema com a presença de trigo/massa. Caso os alunos apresentem dificuldade em fazer esta relação, o professor poderá reproduzir o vídeo “Muito açúcar causa diabetes?” (Material Auxiliar A) para que eles possam verificar a função dos carboidratos, bem como a composição do trigo, identificando que se trata de um alimento rico deste macronutriente. Assim, o professor poderá questioná-los sobre qual o tipo de carboidrato que está presente nos alimentos consumidos pela personagem.

Ao identificar que o carboidrato presente nos alimentos é o amido, então por meio de uma pesquisa na internet ou no material disponibilizado pelo professor (ANEXO I) eles podem encontrar uma forma de identificar a presença de carboidratos (amido) nos alimentos.

Momento 3: Elaboração do plano de trabalho

Nesta etapa, cada grupo irá elaborar um plano de trabalho com base nas suas hipóteses. Desta forma, para estruturar esse plano, os grupos irão manusear os materiais disponibilizados. Por exemplo, poderão verificar os rótulos dos alimentos e assim inferir os ingredientes comuns a eles. Com relação aos alimentos que não tiverem rótulos ou embalagens indicando sua composição, eles poderão fazer, novamente, uma outra pesquisa na internet. É importante que todas essas informações sejam registradas pelo grupo em seu caderno de laboratório, além disso, os alunos devem elaborar um procedimento descrevendo como irão realizar o experimento.

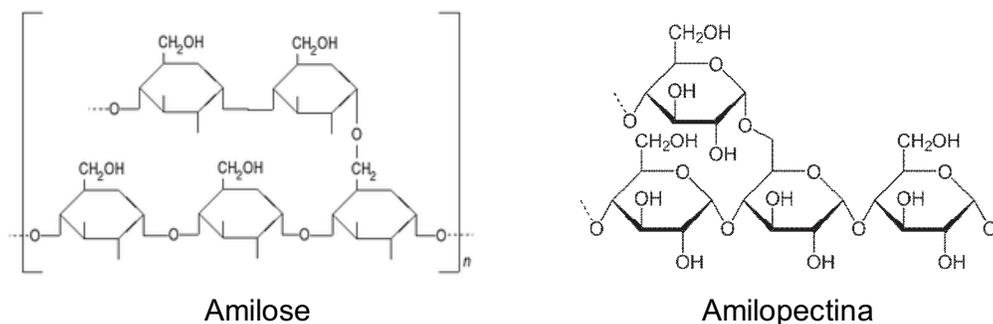
Nesse momento, o professor poderá explicar como eles podem proceder com esta ação, descrevendo o que precisa ter nesse procedimento, como por exemplo, o que utilizaram (reagentes e materiais utilizados), como realizaram o experimento (Como fazer), o que observaram e a explicação para o fenômeno (resultados e discussão) e a resposta para o problema (conclusões).

Momento 4: Obtenção dos dados (Realizando a investigação)

Ao elaborarem o plano de trabalho, os alunos devem fazer uso dos materiais disponibilizados pelo professor e iniciar a investigação. Nessa etapa, é importante que eles anotem tudo o que foi realizado e observado durante o experimento, bem como, tentem explicar o fenômeno.

Após a reprodução do vídeo, da leitura do ANEXO I e das pesquisas e análises realizadas pelos estudantes, espera-se que eles consigam perceber que os alimentos não recomendados para a personagem do problema são ricos em amido, uma macromolécula formada pela combinação entre a amilose e a amilopectina (Figura 1).

Figura 1 - Fórmulas estruturais dos polissacarídeos que formam o amido.



Fontes: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Amido>

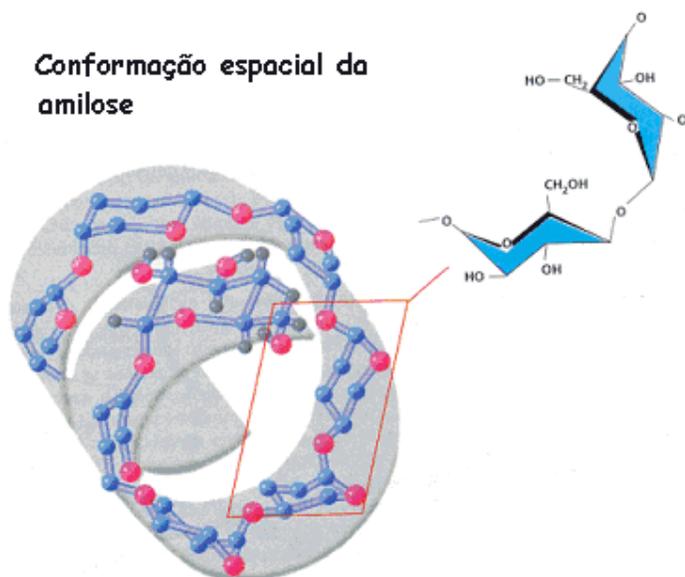
https://pt.wikipedia.org/wiki/Amilopectina#/media/Ficheiro:Amylopektin_Haworth.svg

Além disso, espera-se, também, que os estudantes ao desenvolverem seus planos de trabalho, percebam que o lodo é capaz de identificar os alimentos ricos em amido através da mudança de sua coloração devido a formação de um composto com o mesmo, pois ao adicionar a tintura de iodo aos alimentos separados, os alunos observarão que aqueles que são ricos em amido apresentarão uma cor azul intensa. Com relação aos alimentos in natura, como por exemplo: tomate, cenoura, cebola etc., alguns deles podem não apresentar mudanças perceptíveis na cor do iodo, devido a terem baixas concentrações ou ausência de amido.

Ao reagir com o amido a cor azul e vermelho-violáceo observada ao se adicionar o iodo é resultado da interação dele com a amilose e a amilopectina, respectivamente. A intensidade da cor irá depender da reação entre o iodo e as moléculas constituintes do amido, tendo a amilose uma melhor interação devido ao fato dela apresentar suas cadeias lineares em uma conformação helicoidal (Figura 2)

que melhor aprisiona a molécula de iodo, apresentando assim uma cor mais intensa. O mesmo não acontece com a amilopectina que apresenta uma estrutura ramificada a qual interage de forma menos efetiva com o iodo (LOUREIRO *et al.*, 2019).

Figura 2 - Conformação helicoidal da amilose.



Fonte: http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/teste_amido.htm

Durante as observações realizadas pelos alunos é importante questioná-los sobre o que foi observado e como eles explicam o fato de alguns alimentos apresentarem coloração azul ou vermelho violáceo e outros não. Nesse momento, eles podem dizer que os que possuem amido apresentam essas colorações, mas é preciso instigá-los a tentar explicar o porquê. Assim, eles poderão chegar ao entendimento de que o amido reage com o iodo formando um composto colorido.

Ao final do experimento o professor poderá disponibilizar para os estudantes um vídeo (Material Auxiliar B) que demonstra a reação que ocorre no nosso organismo que transforma o amido em glicose, bem como as etapas percorridas por ele no sistema digestivo e as enzimas participantes no processo, dado que a Diabetes é uma doença caracterizada por um desequilíbrio da quantidade de açúcares presentes no sangue. Assim os alunos poderão observar a relação entre o amido e o aumento da glicemia devido ao seu consumo, ajudando-os na sistematização do que foi observado na atividade.

Momento 5: Socialização dos dados obtidos (Conclusões)

Depois que todos os estudantes concluírem a investigação, eles irão socializar suas hipóteses e os resultados encontrados para o grande grupo. Após esta etapa, alguns questionamentos sobre o experimento devem ser realizados pelo professor, para auxiliar os alunos na sistematização do conhecimento, como por exemplo:

- O que aconteceu quando se adicionou a solução de iodo aos alimentos? Por que isso aconteceu?
- O que há de comum nos alimentos que mudaram de cor na presença da tintura de iodo?
- Por que o amido presente nesses alimentos contribui para aumentar a glicemia (quantidade de açúcar no sangue)?
- Quais alimentos Débora deve consumir com moderação para não piorar seu estado de saúde?
- Apenas as pessoas com diabetes devem consumir esses alimentos com moderação? Por quê?

É importante que nesse momento os alunos deixem claro a solução para o problema e que o professor os auxilie nessa sistematização, conduzindo-os ao desenvolvimento intelectual. Não há a necessidade de todos os estudantes chegarem a mesma conclusão, uma vez que terão conclusões e procedimentos de resolução diferentes. Cabe ao professor, utilizar as respostas dos estudantes e os questionamentos feitos para contextualizar o assunto, bem como aproveitar o erro de um eventual grupo como uma oportunidade de aprendizagem.

Nessa etapa, o professor poderá realizar uma análise mais minuciosa da estrutura da Glicose, solicitando aos alunos que identifiquem as funções orgânicas presentes na molécula. Ainda, poderá aproveitar esse momento para promover a conscientização dos estudantes acerca dos perigos da Diabetes e como os casos têm aumentado gradualmente no Brasil, principalmente em crianças. Desta maneira, pode solicitar aos estudantes a leitura dos textos (Material Auxiliar C) e propor reflexões sobre a temática, reforçando, assim, a importância de uma alimentação balanceada, bem como incentivando a prática de exercícios físicos.

Momento 6: Sistematização do conhecimento

Esta etapa se caracteriza como um momento de conclusão, onde os estudantes irão registrar, de forma individual, todas as etapas realizadas e conclusões obtidas. É também um momento que possibilita a organização de ideias, em que os estudantes ao sistematizarem as ações desempenhadas durante o processo de investigação, aprenderão não somente a falar sobre ciências com base em evidências, mas também a escrever sobre ciências de forma embasada em explicações científicas.

Materiais auxiliares

Material auxiliar A – Vídeo sobre os carboidratos
https://youtube.com/watch?v=PnXwHyEiaDE
Material Auxiliar B - Vídeo da reação do amido em glicose
https://www.youtube.com/watch?v=rRWjF2etApl
Material Auxiliar C - Textos para conscientização
1: https://epoca.globo.com/sociedade/diabetes-brasil-3-pais-com-mais-casos-entre-criancas-adolescentes-24139566
2: https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2018/10/03/por-que-o-numero-de-pessoas-com-diabetes-cresceu-tanto-no-brasil.htm
3: https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2018/01/10/fique-atento-diabetes-tipo-2-tambem-pode-acometer-criancas-e-adolescentes.htm

REFERÊNCIAS

LOUREIRO, A. C., SÁ, S. K. G., NOGUEIRA, D. M., COMAPA, S. S., SANTOS, B. M., PEREIRA, M. M., SOUZA, A. Q. L., NASCIMENTO, B. R. V. Estudo em alimentos cotidianos: Pesquisa de polissacarídeos através da reação com iodo. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 5, n. 11, p. 24243 – 24253, Nov, 2019.

ZOMPERO, A. F., LABURÚ, C. E. **Atividades Investigativas para as aulas de Ciências: Um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa**. 1 ed., Curitiba: Apris, 2016.

Investigando a solubilidade de compostos de diferentes polaridades e a relação com o combate ao coronavírus

Público Alvo: 2º ano do Ensino Médio

Objetivo Geral: Abordar aspectos da solubilidade, interação entre compostos de diferentes polaridades e tensão superficial a partir da atuação da água com sabão na higiene de objetos e das mãos e conseqüentemente inativação dos vírus.

Objetivos de aprendizagem:

- Associar a solubilidade das substâncias com suas polaridades.
- Compreender o fenômeno da tensão superficial dos líquidos.
- Descrever a estrutura dos vírus.
- Compreender como ocorre a Inativação do coronavírus quando interage com o sabão.
- Reconhecer a importâncias das medidas de higiene para o combate as doenças causadas por vírus.

Materiais e Reagentes

Neste tópico está descrito os materiais e reagentes necessários para o desenvolvimento desta sequência de ensino investigativo. Alguns destes materiais podem ser adaptados pelo professor diante do contexto na qual estão inseridos.

Quadro 3 - Materiais e reagentes necessários para o desenvolvimento da SEI.

Materiais e Vidrarias	Reagentes
Prato raso	Leite integral líquido
Béqueres ou copos de vidro ou descartáveis transparentes	Detergente
Bastão de vidro ou colheres	Corante alimentício de cores variadas
	Óleo
	Água
	Sabão
	Margarina

Fonte: O Autor (2020).

Momentos Pedagógicos

Momento 1: Apresentação do problema

Leonardo é um rapaz que sempre gostou de cozinhar. Um certo dia decidiu fazer seu primeiro bolo colorido. Assim, foi ao supermercado e comprou os ingredientes necessários para prepará-lo, chegando em casa, foi a cozinha, organizou tudo e iniciou a preparação. Tendo em vista que o bolo era colorido e por não conhecer muito bem as etapas necessárias para prepará-lo, Leonardo colocou os corantes no leite, em vez de colocar na massa quando estivesse pronta. No entanto, ocorreu um fato que o deixou curioso, inseguro com este acontecimento, ele conferiu a receita e percebeu que havia se enganado nas etapas da preparação do bolo, então decidiu reiniciar o preparo. Após terminar e colocar o bolo no forno, Leonardo continuou pensativo sobre o ocorrido quando ele colocou o corante no leite, e, mais ainda, quando foi lavar o recipiente que estava com o leite e o corante, ao adicionar a primeira gota de detergente. Mas o que será que aconteceu que deixou Leonardo tão intrigado? Como você poderia explicar isto? Este acontecimento pode ser associado à necessidade de lavarmos as mãos para combater o coronavírus?

Momento 2: Registro das hipóteses dos alunos

Antes de iniciar a elaboração das hipóteses o professor deve separar os alunos em grupos, em seguida eles irão se reunir para propor uma resposta para a situação e questionamentos apresentados. Nesse momento, eles discutirão suas ideias e a partir dos seus conhecimentos prévios irão propor diversas hipóteses. Inicialmente, eles poderão dizer que o corante irá misturar ou não com o leite e com relação a adição do detergente poderão sugerir que ajudará a limpar o recipiente, pois é para isso que normalmente utilizamos esse tipo de produto ou poderão ainda dizer que ele irá se misturar com o leite e o corante, mas nesse momento é preciso questioná-los sobre os porquês.

Caso os alunos tenham dificuldades na elaboração das hipóteses, o professor pode levantar alguns questionamentos para auxiliá-los, como por exemplo:

- Do que é constituído o leite?
- Qual a composição do corante alimentício?
- Por que a água sozinha não é capaz de limpar nossas mãos e objetos?
- Por que usamos detergente para lavar os pratos?

O problema proposto pode ser associado à importância de lavarmos as mãos com água e sabão e a como essa ação pode ser efetiva no combate ao novo coronavírus. Como trata-se de um tema bem recente e os noticiários veiculam informações todos os dias sobre como ocorre a propagação do vírus e como podemos nos prevenir, possivelmente, alguns alunos já podem ter uma ideia da eficácia do uso da água e sabão na prevenção, no entanto, talvez não compreendam como eles atuam sobre o vírus.

Nesse momento, os estudantes também poderão associar o vírus com uma doença e não como sendo o causador dela, sendo importante que eles compreendam o que são vírus e a sua estrutura. A partir do conhecimento da estrutura eles podem concluir que o sabão elimina a camada de gordura que há em volta do vírus. Então, o professor pode questioná-los sobre o porquê disso acontecer e se a água sozinha age da mesma forma.

Momento 3: Elaboração do plano de trabalho

A partir do manuseio dos materiais, as equipes irão elaborar um plano de trabalho que as ajudem a comprovar suas teorias. Os estudantes poderão analisar as embalagens e verificar quais são os principais componentes dos materiais disponibilizados. Possivelmente, eles irão montar planos de trabalhos que reproduzam a condição ocorrida na situação problema, como também, poderão adaptá-la utilizando outros líquidos, ou seja, poderão utilizar água, óleo, em vez do leite para que desta forma possam analisar se ocorre ou não o mesmo fenômeno.

Para que o plano elaborado ajude os alunos na investigação, o professor poderá auxiliá-los descrevendo o que deve estar presente nele, como a descrição dos materiais utilizados, as etapas que serão realizadas, a descrição do que foi observado e uma explicação para o fenômeno.

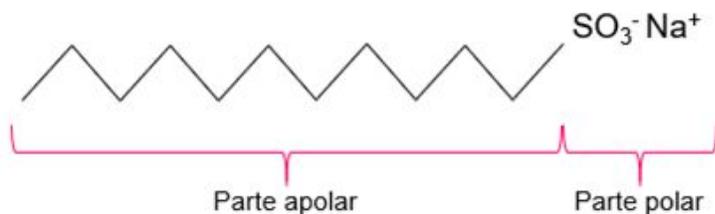
Momento 4: Obtenção dos dados (Realizando a investigação)

Após as equipes elaborarem seus planos de trabalho, irão colocá-los em prática e desta forma iniciar a investigação. É importante que eles anotem tudo que for realizado e observado no experimento. Ao adicionar o corante ao leite, os alunos observarão que eles não irão se misturar. O leite que é comercializado e consumido pela população se trata de uma mistura de várias substâncias, principalmente água e gordura. Apesar da água e da gordura possuírem polaridades diferentes e não se

misturarem, através de processos industriais, os glóbulos de gordura são quebrados fazendo com que os mesmos fiquem suspensos na mistura. Sendo assim, quando adicionamos o corante alimentício, que é uma substância hidrossolúvel, ao leite, o mesmo não se mistura em solução, pois as partículas de gorduras, partículas hidrofóbicas, homogeneizadas em solução impedem a dissolução dele no leite (ALVES; LEÃO, 2016).

No entanto, quando os alunos adicionarem o detergente ao recipiente com o leite e o corante, eles observarão que os dois irão se misturar. Por ser um agente tensoativo o detergente é capaz de quebrar a tensão superficial que impede o corante de se misturar com o leite, pois possui em sua estrutura (Figura 3) uma parte polar (capaz de interagir com a água) e outra parte apolar (capaz de interagir com a gordura) (ALVES; LEÃO, 2016). Por este motivo, quando se coloca o detergente, há a interação entre os componentes da mistura, sendo possível observar o fenômeno do movimento das cores.

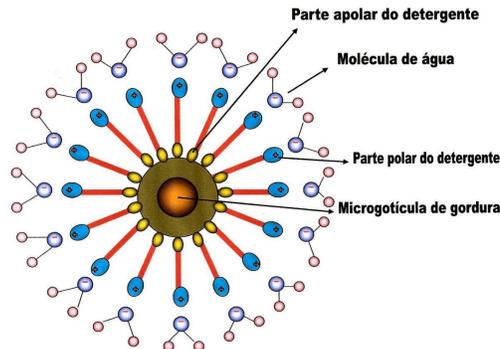
Figura 3 - Estrutura da molécula do detergente.



Fonte: <https://querobolsa.com.br/enem/quimica/reacoes-organicas-esterificacao-hidrolise-condensacao-amidica-transesterificacao-e-saponificacao>

A partir da compreensão deste experimento, espera-se também que o estudante consiga fazer associações sobre o motivo pelo qual se utiliza sabão e detergente para retirar a gordura dos pratos. Neste caso, o detergente/sabão vai atuar sobre a gordura com sua parte apolar, enquanto que a água vai interagir com o detergente pela parte polar, formando assim as micelas (Figura 4).

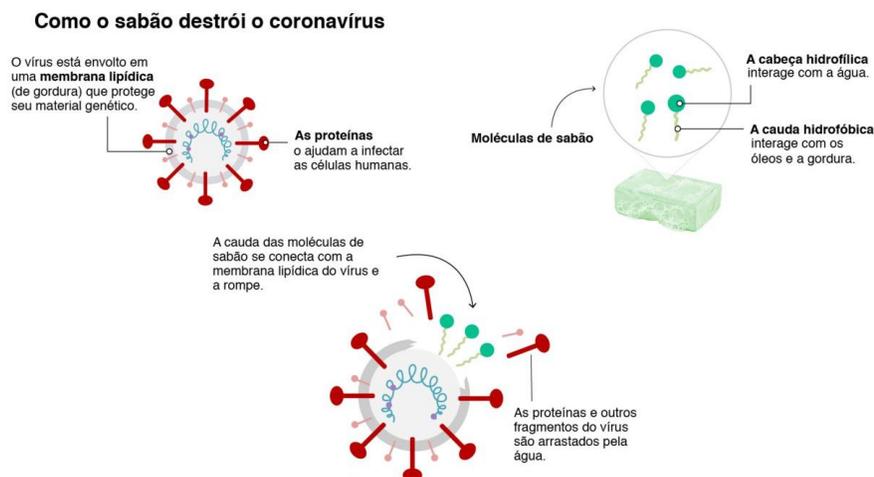
Figura 4 - Esquema representativo de uma micela.



Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/565835140669486160/>

A partir da compreensão das interações existentes entre os componentes de polaridades diferentes. O professor pode abordar com os estudantes a relação existente entre a necessidade de lavar as mãos com água e sabão para se manter protegido do coronavírus, pois sendo o vírus revestido de uma camada lipídica (gordura), tem característica apolar. Nesta perspectiva, quando se lava a mão com sabão/detergente, está se destruindo a camada lipídica que protege o material genético do vírus, fazendo com que as proteínas e os outros fragmentos do vírus que ajudam a infectar a célula humana sejam arrastados pela água (Figura 5) (CÂMARA *et al.*, 2020).

Figura 5 - Descrição da ação do sabão sobre o coronavírus.



Fonte: <https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/bbc/2020/04/01/coronavirus-o-que-o-sabao-faz-com-o-virus-que-cause-a-covid-19.htm>

Para auxiliar os alunos na sistematização do que foi investigado, bem como, para ajudá-los a fazer a ponte entre o fenômeno observado, a explicação dada por eles e o conhecimento científico, o professor poderá disponibilizar alguns textos, como os indicados a seguir. Os dois primeiros textos intitulados “Como as substâncias se dissolvem” (Material Auxiliar D) e “Colóides ou Dispersões Coloidais” (Material Auxiliar E) ajudarão o estudante a compreender por que algumas substâncias se misturam e outras não, como também explicar que o leite se trata de uma mistura heterogênea, em que se tem diversas partículas de gorduras dispersas na água. O terceiro texto e o vídeo trazem informações sobre a estrutura de um vírus e sua replicação (Material Auxiliar F e G), para que os estudantes possam conhecer um pouco sobre esse microrganismo, auxiliando-os no entendimento da relação entre o problema investigado e inativação do vírus pela água e sabão.

Momento 5: Socialização dos dados obtidos (Conclusões)

Nesta etapa, as equipes irão socializar para o grande grupo os dados obtidos durante a investigação. Cabe ao professor, realizar alguns questionamentos sobre o experimento para discutir e auxiliar os alunos na sistematização do que foi observado, como:

- O que aconteceu quando os corantes foram adicionados ao leite? Por que isso aconteceu?
- O que aconteceu quando o detergente foi adicionado ao recipiente que estava com o leite e o corante? Por que isso aconteceu?
- Por que o detergente e o sabão conseguem eliminar a gordura?
- Se fosse qualquer outro líquido no local do leite, teríamos o mesmo resultado?
- Qual a relação entre o experimento e a ação do sabão sobre o novo coronavírus?

É muito importante que o professor auxilie os estudantes nessa organização de pensamentos que culmina em um desenvolvimento intelectual. Podendo nesse momento utilizar as respostas dos estudantes para os questionamentos feitos para contextualizar o assunto, de forma que o mesmo consiga compreender os conceitos químicos envolvidos neste processo investigativo e percebê-los no seu dia a dia.

Momento 6: Sistematização do conhecimento

Os estudantes irão registrar, a partir da escrita, todas as etapas realizadas e conclusões obtidas. Após a realização da atividade o professor poderá introduzir o conteúdo na sala de aula fazendo questionamentos e associações com o que foi realizado no experimento, sendo um momento para aprofundar os conteúdos trabalhados na investigação.

Bibliografia

Material auxiliar D – Solubilidade das substâncias
https://brasilecola.uol.com.br/quimica/como-as-substancias-se-dissolvem.htm
Material Auxiliar E – Colóides
https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/coloides-ou-dispersoes-coloidais.htm
Material Auxiliar F – Vírus
https://escolakids.uol.com.br/ciencias/virus.htm
Material Auxiliar G – Vídeo sobre estrutura do coronavírus
https://www.youtube.com/watch?v=IOTmBsHaGml

REFERÊNCIAS

ALVES, A. C. T., LEÃO, M. F. **Instrumentação no ensino de química**. 1ed. Uberlândia, MG: Edibrás, 2016.

CÂMARA, M. S. C., SILVA, C. V. S., AZEVEDO, L. N., ALMEIDA, P. L., ALMEIDA, R. K. S. **A química do Covid-19**. Goiânia, GO: Editora Phillos, 2020.

Investigando as interações intermoleculares existentes entre os compostos presentes na Gasolina comum.

Público Alvo: 1º ano do Ensino Médio

Objetivo Geral: Introduzir o conceito de misturas e forças intermoleculares a partir da medição da quantidade de álcool presente na gasolina de diferentes postos de combustível de uma cidade.

Objetivos de aprendizagem:

- Compreender como ocorre a solubilidade de compostos orgânicos.
- Identificar os tipos de forças Intermoleculares.
- Diferenciar mistura homogênea e heterogênea.
- Relacionar a polaridade de diferentes moléculas com a solubilidade delas.

Materiais e Reagentes

Neste tópico está descrito os materiais e reagentes necessários para o desenvolvimento desta sequência de ensino investigativo. Alguns destes materiais podem ser adaptados pelo professor diante do contexto na qual estão inseridos.

Quadro 4 - Materiais e reagentes necessários para o desenvolvimento da SEI.

Materiais e Vidrarias	Reagentes
Proveta de 30 mL	Gasolina comum
Proveta com tampa 50 mL	Água
Béquer de 100 mL	Etanol
Bastão de vidro	
Luvas	

Fonte: O Autor (2020).

Momentos Pedagógicos

Momento 1: Apresentação da questão-problema.

Apesar dos avanços tecnológicos e do surgimento dos biocombustíveis, mesmo assim, a sociedade ainda é bastante dependente de combustíveis fósseis para sobreviver. Um desses combustíveis é a gasolina, solução constituída por uma mistura de hidrocarbonetos e etanol anidro, cuja as quantidades de cada componente são estabelecidas pela ANP (Agência Nacional do Petróleo). Visando evitar que os consumidores comprem combustível adulterado esse órgão está sempre fiscalizando os postos. Um certo dia, quando Pedro foi com seu pai ao posto de combustível abastecer o carro dele, encontrou um fiscal da ANP verificando se a gasolina que estava sendo vendida pelo posto atendia as normas estabelecidas. Para isso, o fiscal acrescentou a um recipiente um pouco de gasolina e depois água, em seguida agitou a mistura e ficou observando, apenas com isso ele verificou que o combustível estava adulterado e multou o posto. O ocorrido deixou Pedro curioso, o

que o fiscal teria observado que levou ele a concluir que a gasolina estava adulterada?

Momento 2: Registro das hipóteses dos alunos

A partir da compreensão da questão problema, as equipes irão elaborar algumas hipóteses para respondê-la. Nesse momento, eles podem propor que a água não irá se misturar com o combustível, considerando que a gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos ou que irá se misturar apenas com o álcool. Eles também poderão dizer que se formará uma mistura com mais de uma fase, independente das hipóteses propostas por eles, o professor precisa questioná-los sobre os porquês, e, caso seja necessário, acrescentar outros questionamentos para que eles reflitam sobre o ocorrido e possam elaborar hipóteses mais coerentes. Alguns questionamentos como os descritos a seguir podem auxiliar na elaboração das hipóteses pelos alunos:

- O que é um combustível adulterado?
- Quais os componentes da gasolina comum vendida no posto?
- Por que o álcool e a gasolina se misturam?
- O que acontece quando se adiciona água a gasolina?
- Há algum componente presente na gasolina que pode se misturar com a água?
- O álcool e a gasolina são substâncias polares ou apolares?
- Será que tem algum solvente que pudéssemos usar para separar o álcool da gasolina?

Momento 3: Elaboração do plano de trabalho

A partir das hipóteses elaboradas e do manuseio dos materiais disponibilizados, as equipes irão estruturar um plano de trabalho que os auxiliem na observação do fenômeno e que os ajude a encontrar uma resposta para o problema. Para descobrir o percentual permitido de etanol na gasolina os alunos podem ler o texto intitulado “Portaria MAPA nº 75 de 05/03/2015” (Material Auxiliar H) que regulamenta a quantidade máxima de etanol anidro presente na gasolina comum, desta forma espera-se que as equipes analisem o documento e façam a interpretação do mesmo, sendo capazes de buscar as informações que necessitam.

Nesse momento, o professor poderá auxiliar os alunos descrevendo o que deve estar presente no plano de trabalho, como por exemplo, os materiais e reagentes utilizados, como irão realizar o experimento, o que observaram e a explicação para o fenômeno.

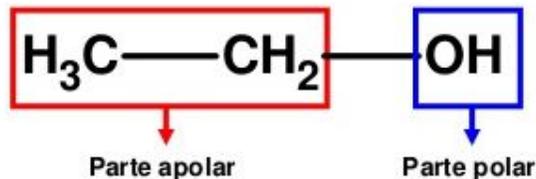
Momento 4: Obtenção dos dados (Realizando a investigação)

Após a elaboração do plano de trabalho, as equipes irão colocá-lo em prática, ou seja, observarão e registrarão o que aconteceu no experimento.

Antes dos grupos iniciarem a execução do plano, é importante que o professor destaque que os alunos devem usar volumes reduzidos de gasolina (volume sugerido 30 mL) para reduzir a quantidade de rejeito gerado. Também é preciso enfatizar que o experimento deve ser realizado na capela com o exaustor ligado, caso isso não seja possível, então realizar a investigação em um ambiente aberto e ventilado.

Possivelmente, os estudantes irão estruturar os planos de trabalho partindo do que está exposto no problema, em que o fiscal para verificar se o percentual de etanol anidro na gasolina está correto, adiciona uma quantidade conhecida de água ao combustível. Para compreender a ação realizada pelo fiscal, deve-se saber que a regra geral de solubilidade determina que “semelhante dissolve semelhante” (substâncias polares se dissolvem em líquidos polares, enquanto que substâncias apolares se dissolvem em líquidos apolares). Nessa perspectiva, a gasolina é uma mistura de vários hidrocarbonetos que possuem de 6 a 10 átomos de carbono em sua estrutura, sendo constituída, portanto, de substâncias apolares. A essa mistura é adicionado etanol anidro, este é um composto anfifílico (Figura 6), ou seja, a sua molécula é constituída de uma parte polar e outra apolar, por isso que a gasolina e o etanol são miscíveis, pois interagem entre si a partir da parte apolar que é comum as duas estruturas (BORGES; SOUZA; OLIVEIRA, 2017). Sendo assim, a força Intermolecular existente entre esses dois componentes é do tipo dipolo Induzido-dipolo Induzido.

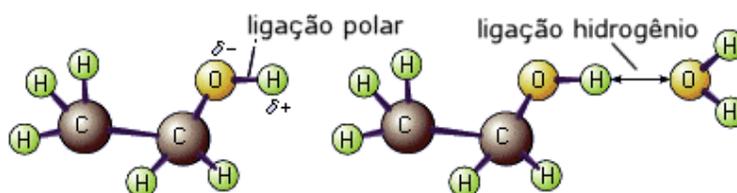
Figura 6 - Estrutura anfifílica do etanol.



Fonte: <https://www.slideshare.net/AldinhaSantos/aula-polaridade-geometria-molecular-e-foras-intermoleculares>

Porém, quando se adiciona água à gasolina, que é uma substância polar, ela vai interagir com a parte polar do álcool a partir da força intermolecular denominada de ligação de hidrogênio (Figura 7), Interação esta que tem intensidade maior que a existente entre compostos apolares (dipolo induzido-dipolo induzido).

Figura 7 - Representação da interação Intermolecular existente entre a água e o etanol.



Fonte: <https://blog.biologiatotal.com.br/forcas-intermoleculares/>

Sendo assim, o etanol que antes estava misturado à gasolina, agora irá interagir com mais intensidade com a água, ou seja, ao se misturar quantidades conhecidas destes dois componentes em um recipiente graduado, pode-se calcular a quantidade de álcool na gasolina a partir da medição da fase aquosa (água + álcool) e desta forma conhecer se o combustível comercializado no estabelecimento está obedecendo as normas previstas em lei.

Para auxiliar os alunos no momento da sistematização do que foi realizado, observado e concluído por eles, o professor poderá disponibilizar o texto “Forças Intermoleculares: o que são e o que causam?” (Material Auxiliar I) que aborda as diferentes forças intermoleculares existentes e partindo do conhecimento que a gasolina comercializada em postos de combustível tem diferentes moléculas presentes em sua composição, espera-se que as equipes se questionem sobre quais os tipos de forças intermoleculares encontradas entre as substâncias neste combustível e como elas influenciam na solubilidade delas. Assim, espera-se que

eles consigam relacionar o problema investigado com a resposta proposta pelo grupo e o conhecimento científico.

Além disso, o professor também poderá disponibilizar para os estudantes o texto “Adulteração da Gasolina” (ANEXO II) para que eles possam compreender o processo de adulteração, bem como os danos, econômico e ambiental, causado por um combustível adulterado.

Momento 5: Socialização dos dados obtidos (Conclusões)

Após a finalização da investigação por todas as equipes, elas irão socializar para o restante da turma os resultados obtidos. Durante as discussões o professor poderá levantar alguns questionamentos e deixar que os grupos justifiquem suas respostas de forma oral. A partir destas respostas, ele poderá fazer relações entre a resposta do aluno, os resultados obtidos nas equipes e o conteúdo que está sendo abordado. Alguns questionamentos que podem ser realizados pelo professor são:

- O que aconteceu quando misturou-se a água com a gasolina?
- Por que a água conseguiu separar o etanol da gasolina?
- Por que a água não se misturou com a gasolina?
- A mistura álcool-gasolina é homogênea ou heterogênea?
- Quais os tipos de interações intermoleculares existentes entre as moléculas na gasolina? E entre as moléculas da água e do etanol?
- Quais os problemas ocasionados ao carro por um combustível adulterado do ponto de vista econômico e ambiental?

Não há necessidade de todos os estudantes chegarem ao mesmo resultado, uma vez que terão conclusões e procedimentos de resolução diferentes. Cabe ao professor, utilizar as respostas dos estudantes para os questionamentos feitos para contextualizar o assunto.

Momento 6: Sistematização do conhecimento

Esta etapa se caracteriza como um momento de conclusão, em que os estudantes irão registrar, por meio da escrita, todas as etapas realizadas e conclusões obtidas. É um momento muito importante, pois vai desenvolver no estudante a habilidade de organizar as aprendizagens construídas durante toda a

sequência didática, de forma que além de falar, também aprenderão a escrever sobre ciências.

Materiais auxiliares

Material Auxiliar H – Lei que regulamenta a quantidade máxima de etanol anidro na gasolina.
https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=281775
Material auxiliar I – Forças Intermoleculares
https://blog.biologiatotal.com.br/forcas-intermoleculares/

REFERÊNCIAS

BORGES, D. K. G., SOUZA, K. S., OLIVEIRA, S. C. Explorando os conceitos químicos no Ensino Médio a partir da gasolina brasileira. In: 15 Simpósio brasileiro de Educação Química, Manaus, 2017.

Investigando os fatores que podem alterar a velocidade de uma reação química

Público Alvo: 2º ano do Ensino Médio

Objetivo Geral: Abordar os fatores que podem influenciar a velocidade de uma reação química.

Objetivos de aprendizagem:

- Compreender as condições necessárias para a ocorrência de uma reação química.
- Identificar os fatores que podem alterar a velocidade de uma reação.
- Relacionar os fatores que alteram a velocidade de uma reação química com situações do cotidiano.

Materiais e Reagentes

Neste tópico está descrito os materiais e reagentes necessários para o desenvolvimento desta sequência de ensino investigativo. Alguns destes materiais podem ser adaptados pelo professor diante do contexto na qual estão inseridos.

Quadro 5 - Materiais e reagentes necessários para o desenvolvimento da SEI.

Materiais e Vidrarias	Reagentes
Copos descartáveis	Comprimidos efervescentes de Vitamina C
Pilão de Madeira ou almofariz e pestilo	Água oxigenada 10V.
Espátula ou faca	Batata Inglesa
Cronômetro	Água na temperatura ambiente e gelada

Fonte: O Autor (2020).

Momentos Pedagógicos

Momento 1: Apresentação do problema

Arthur mora sozinho e quando chega o fim de semana ele tem que organizar a casa, então no domingo resolveu fazer a faxina. Quando só faltava a limpeza do banheiro, antes de iniciá-la, parou para preparar uma salada com batatas para almoçar, ao terminá-la voltou para a faxina. Para limpar a bacia sanitária ele costuma utilizar uma solução de água oxigenada, então foi até a cozinha para prepará-la, no entanto durante o processo um pouco da substância caiu sobre um pedaço de batata que havia ficado na pia e algo inusitado aconteceu, deixando-o pensativo, porém, ele resolveu continuar o que estava fazendo. Quando terminou a faxina e após tomar banho, resolveu dissolver um comprimido de Vitamina C para tomar, pois estava com a sensação que iria gripar, mas ficou sem paciência para esperar e acabou deixando o comprimido dissolvendo e foi deitar. Na cama ficou pensando sobre o que aconteceu quando a água oxigenada caiu na batata e como ele poderia fazer a Vitamina C efervescente dissolver mais rápido. Qual será a explicação para o fenômeno que Arthur observou na pia e como podemos ajudá-lo na dissolução da Vitamina C?

Momento 2: Registro das hipóteses dos alunos

Em grupos, os estudantes irão elaborar, com bases nos seus conhecimentos prévios, hipóteses que respondam a questão problema. É possível que eles tenham respostas mais claras para o segundo questionamento, uma vez que provavelmente

já tomaram comprimidos efervescentes de vitamina C ou conhecem algum familiar que utiliza. Inclusive, os alunos que tem o hábito de tomar a solução de Vitamina C, talvez já tenham algumas respostas para o problema, pois podem já ter solubilizado o comprimido em água gelada e percebido que o processo se tornou mais lento ou já tenha macerado o comprimido antes de solubilizar em água e viram que o processo foi mais rápido. Enfim, mesmo que eles já tenham realizados esses testes, possivelmente não conhecem a explicação que justifica estes acontecimentos. Por isso, é sempre importante questioná-los e instigar a curiosidade para que os mesmos possam exercer seu papel investigativo, indo em busca das informações. No entanto, caso alguns estudantes tenham dificuldade, o professor pode realizar alguns questionamentos para auxiliá-los na elaboração das hipóteses, como:

- Qual a composição da água oxigenada e do comprimido de Vitamina C?
- O que acontece quando colocamos um comprimido de Vitamina C em água? Por que isso acontece?
- O que é a efervescência observada durante a dissolução do comprimido de Vitamina C?
- O que acontece quando colocamos a água oxigenada em um fermento? Por que isso acontece?
- Será que há relação entre os fenômenos observados por Arthur?

Momento 3: Elaboração do plano de trabalho

A partir das hipóteses elaboradas pelas equipes e do manuseio dos materiais disponibilizados, os estudantes irão montar os seus planos de trabalho. Possivelmente, eles montarão planos que tenham como base a replicação da situação vivenciada no problema, para que desta forma possam observar o fenômeno e a partir disso refletir sobre o que foi observado. Por se tratar de um experimento que envolve a velocidade das reações, é importante que os alunos possam cronometrar o tempo de dissolução do comprimido da Vitamina C, além de fazê-lo usando diferentes condições (variação de temperatura, superfície de contato etc.).

Com relação ao experimento que envolve a água oxigenada e a batata, eles podem utilizar a batata crua, cozida, inteira, em pedaços pequenos etc. Mas é importante que as propostas partam dos alunos, o professor poderá apenas instigá-

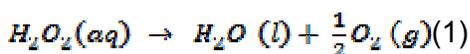
los para que eles reflitam e elaborem um procedimento que irá auxiliá-los na resolução do problema.

Nesse momento, também é importante que o professor explique o que deve ter no plano a ser elaborado, para que os estudantes descrevam o que utilizaram (materiais e reagentes), como utilizaram (procedimento executado), o que observaram e as possíveis explicações (resultados e discussão) e qual seria a resposta para o problema (conclusão).

Momento 4: Obtenção dos dados (Realizando a investigação)

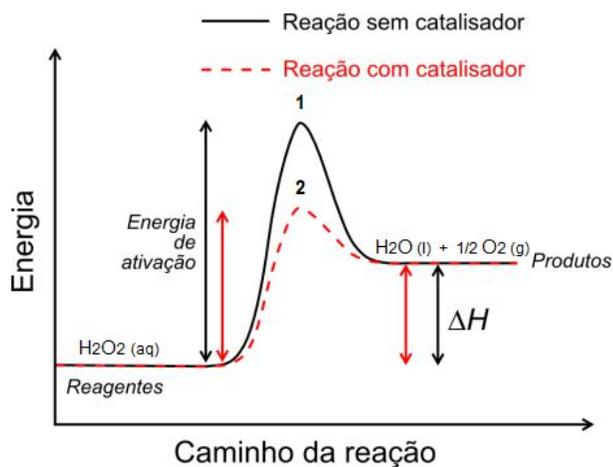
Ao colocarem em práticas seus planos de trabalhos, os estudantes irão observar e registrar todos os acontecimentos. Como dito anteriormente, eles provavelmente iniciarão seus planos colocando em prática a situação vivenciada na questão problema.

Á água oxigenada ou peróxido de hidrogênio é uma substância utilizada para diferentes finalidades, dentre elas a desinfecção de superfícies, sendo considerado um desinfetante ecológico por se decompor facilmente em água e oxigênio molecular (Equação 1) (CORDEIRO, 2020).



Esta reação de decomposição que tem como resultado a liberação de gás oxigênio (O₂) é espontânea, ou seja, ocorre naturalmente. No entanto, se trata de uma reação química muito lenta. Mas, quando a água oxigenada entra em contato com a batata, ela possui uma enzima chamada catalase que atua como catalisadora da reação, diminuindo sua energia de ativação (Figura 8), fazendo com que a mesma ocorra de forma mais rápida, por este motivo que se observa o fenômeno da efervescência, que é justamente a liberação deste gás oxigênio (NOVAES *et al.*, 2013).

Figura 8 - Gráfico de uma reação química com e sem a presença de um catalisador.



Fonte: www.infoescola.com/quimica/catalisadores/ (Adaptado).

Ao analisar a imagem acima, percebe-se que a curva I se trata da reação sem a presença de catalisador, enquanto que a curva II é a reação com a presença do catalisador. Comparando as duas, percebe-se que as mesmas têm energias de ativação diferentes, fazendo com que tenham tempos de duração também diferentes. A partir deste gráfico, pode-se abordar com os estudantes que os catalisadores são um dos fatores que pode acelerar uma reação química, pois tem como característica justamente a diminuição da energia de ativação.

Outros fatores que podem acelerar ou retardar a velocidade de uma reação química são: temperatura, superfície de contato, concentração e pressão. A partir do outro fenômeno observado pelo personagem da situação problema, podemos abordar os efeitos do aumento da temperatura e da superfície de contato como duas possibilidades que ele poderia utilizar para acelerar o processo de dissolução do comprimido de Vitamina C. Para entender este acontecimento, devemos lembrar que para que uma reação química ocorra, é necessário que as partículas dos reagentes (átomos, íons ou moléculas) colidam entre si (Figura 9).

Figura 9 - Esquema representativo de uma colisão efetiva entre moléculas de acordo com a teoria das colisões.



Fonte: www.cienciaemacao.com.br/teorias-das-colisoes/

Sendo assim, quando a temperatura da reação aumenta, as moléculas atingem um grau de agitação maior devido a um aumento na sua energia cinética, proporcionando mais colisões efetivas e, conseqüentemente, fazendo com que a velocidade da reação seja maior. Esse efeito pode ser observado pelos estudantes durante o processo de dissolução do comprimido de Vitamina C na água em diferentes temperaturas (gelada, natural e morna). A partir disto, pode-se fazer uma relação deste acontecimento com o motivo pelo qual se conservam as carnes nos supermercados na geladeira.

Outro fator que afeta o processo de dissolução é o aumento da superfície de contato. Isso ocorre, pois as colisões entre as partículas dos reagentes ocorre na superfície dos fragmentos, se a área de contato entre as partículas reagentes for maior, como é o caso do comprimido em pó, acontecem mais colisões entre elas e, com isso, há um aumento na velocidade da reação. A partir destas relações, espera-se que os estudantes consigam perceber que a temperatura e a superfície de contato são dois fatores que podem acelerar ou retardar a velocidade de uma reação química.

Após a realização do experimento, o professor pode disponibilizar alguns textos para auxiliar os estudantes a fazer a relação entre os fenômenos observados, as explicações dadas por eles e o conhecimento científico. Primeiramente, pode-se disponibilizar o texto: Condições para a ocorrência de reações (Material Auxiliar J)

com o objetivo de dar suporte teórico para os estudantes compreenderem quais são as condições necessárias para que uma reação química ocorra.

No que se refere ao primeiro fenômeno observado pelo personagem da situação problema, o professor poderá disponibilizar o texto intitulado: Por que a água oxigenada faz espuma quando colocada em machucados? (ANEXO III). Por meio da leitura do texto eles poderão perceber que isto ocorre devido a presença de uma enzima chamada catalase. A partir disso, espera-se que os estudantes façam uma relação da efervescência ocorrida no sangue com a efervescência ocorrida na batata, e que a presença de uma enzima, que pode ser a catalase ou não, provoca a liberação do gás oxigênio. Para isto, os estudantes podem realizar uma pesquisa na internet para verificarem se a batata tem esta enzima em sua composição.

Com relação ao processo de dissolução do comprimido de vitamina C e as formas de acelerá-lo, pode-se disponibilizar o texto: Influências na velocidade das reações químicas (Material Auxiliar K) para que os estudantes possam perceber os fatores que podem alterar a velocidade de uma reação e conseqüentemente possam associar com os fenômenos observados nos experimentos.

Momento 5: Socialização dos dados obtidos (Conclusões)

Após a finalização da investigação por todas as equipes, as mesmas irão socializar para as demais os resultados obtidos e suas conclusões. Para estimular o debate, o professor pode levantar alguns questionamentos para a sala e incentivar uma discussão entre os grupos. A partir disso, o professor pode relacionar as respostas dos alunos com as conclusões obtidas na investigação, como também com o conteúdo que está associado. Alguns questionamentos que podem ser realizado pelo professor são:

- O que aconteceu quando a água oxigenada entrou em contato com a batata? Por que isso aconteceu?
- O que é um catalisador? Qual a finalidade dele em uma reação química?
- Quais são as condições que o personagem poderia ter utilizado para acelerar o processo de dissolução da Vitamina C?
- Como a teoria das colisões pode explicar as diferenças no tempo da dissolução da Vitamina C quando modificamos as condições?

Momento 6: Sistematização do conhecimento

. Esta etapa se caracteriza pelo momento de finalização e sistematização das construções de aprendizagens vivenciadas durante a sequência didática. Os estudantes irão, de forma individual, registrar todas as etapas vivenciadas durante o plano de trabalho da equipe, como também os resultados e conclusões obtidas. É um momento em que o estudante irá aprender a escrever sobre ciências de forma embasada e organizada.

Materiais auxiliares

Material auxiliar J – Condições para a ocorrência de reações
www.preparaenem.com/quimica/condicoes-para-ocorrencia-reacoes.htm
Material auxiliar K – Influências na velocidade das reações químicas
www.marco.eng.br/cinetica/trabalhodealunos/CineticaBasica/influencia.html

REFERÊNCIAS

CORDEIRO, C. S. Peróxido de hidrogênio (Água oxigenada). Ligados pela Química – DQ/UFPR 2020. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/paginas/lpq/peroxido-de-hidrogenio-agua-oxigenada/>. Acesso em: 15 nov. 2020.

NOVAES, F. J. M., AGUIAR, D. L. M., BARRETO, M. B., AFONSO, F. C. Atividades experimentais simples para o entendimento de conceitos de cinética enzimática: *Solanum tuberosum* – Uma alternativa versátil. **Química nova na escola**. Vol. 35, n.1, p. 27-33, 2013.

Investigando as reações de oxirredução e a ação da Vitamina C como agente antioxidante

Público Alvo: 2º ano do Ensino Médio

Objetivo Geral: Compreender como ocorre a reação de oxirredução na maçã e em outras frutas que resulta no seu escurecimento, como também a ação de antioxidantes neste processo.

Objetivos de aprendizagem:

- Identificar e diferenciar reações de oxidação e redução.
- Reconhecer os agentes oxidantes e redutores.
- Relacionar os processos de oxidação e redução com fenômenos do cotidiano.
- Compreender a função dos agentes antioxidantes.

Materiais e Reagentes

Neste tópico está descrito os materiais e reagentes necessários para o desenvolvimento desta sequência de ensino investigativo. Alguns destes materiais podem ser adaptados pelo professor diante do contexto na qual estão inseridos.

Quadro 6 - Materiais e reagentes necessários para o desenvolvimento da SEI.

Materiais e Vidrarias	Reagentes
Placas de Petri ou Prato descartável	Vitamina C
Filme plástico	Vinagre (Ácido acético)
Estilete ou faca de mesa	
Maçã	
Limão	
Laranja	
Banana	

Fonte: O Autor (2020).

Momentos Pedagógicos

Momento 1: Apresentação do problema

Gabriel marcou de receber seus amigos da escola pela primeira vez em sua residência, por isso, decidiu fazer algo especial e foi preparar uma salada de frutas. A receita que estava seguindo, utilizava frutas, como: Maçã, banana, pêra, entre outras. Quando iniciou a preparação e estava cortando as frutas e colocando em uma tigela, foi interrompido pelo barulho da campainha da sua casa. Então, parou o que estava fazendo e foi verificar quem tinha tocado a campainha. Quando abriu a porta, era Joaquim, um dos seus amigos que havia chegado. Quando Gabriel e Joaquim retornaram para a cozinha, perceberam que algo havia acontecido com as

frutas. O que foi percebido por eles? Por que isso ocorreu? Há maneiras de evitar isso?

Momento 2: Registro das hipóteses dos alunos

A partir da compreensão da questão problema, os estudantes irão se organizar em equipes e elaborar, com base nos seus conhecimentos prévios, hipóteses que respondam as questões levantadas. O fenômeno do escurecimento de algumas frutas, principalmente da maçã, é bem conhecido, portanto, é possível que os estudantes já o conheçam, no entanto, talvez não saibam o motivo que justifica este acontecimento.

Acredita-se que eles irão formular que este escurecimento é devido à ação de bactérias e fungos ou devido a perca da camada de revestimento das frutas (casca). Acerca das maneiras de evitar este acontecimento, provavelmente os estudantes irão comentar que se deve guardar as frutas na geladeira em pacotes fechados ou revesti-las com um filme plástico. De qualquer forma, independentemente da hipótese formulada pelas equipes, é importante que o professor sempre busque perguntar os porquês, assim estimulando a curiosidade dos mesmos. Porém, caso alguma equipe apresente dificuldades na elaboração das hipóteses, o professor pode auxiliá-las a partir de questionamentos, como:

- Se cortarmos uma maçã e demorarmos para consumi-la o que acontece? Por que isso acontece?
- Quando fazemos uma vitamina de banana por que devemos consumi-la logo?
- Quais frutas a mãe/vó/pai de vocês costuma colocar na salada de frutas?
- Vocês acham que alguma dessas frutas que vocês colocam pode evitar que aconteça o ocorrido com as frutas que Gabriel cortou?

Momento 3: Elaboração do plano de trabalho

Neste momento, as equipes irão elaborar um plano de trabalho que os auxiliem a confirmar as hipóteses construídas por eles. Para tanto, irão manusear os materiais disponibilizados e realizarão pesquisas para esquematizá-lo. Nesta etapa, é importante que o professor explique aos estudantes os pontos que devem constar no plano a ser elaborado, como por exemplo, os materiais necessários, procedimentos utilizados durante a investigação, e posteriormente, resultados e discussões a partir do que foi observado e resposta ao problema. Esta organização

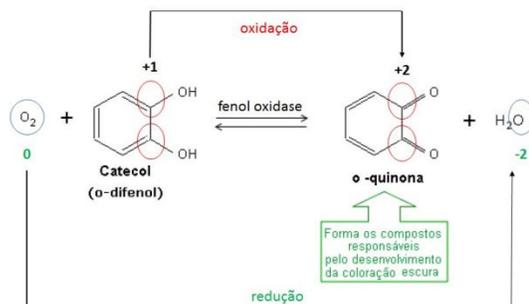
é muito importante, pois auxilia os estudantes nas demais etapas da sequência investigativa, como também permite que os mesmos consigam visualizar de forma mais clara todas as etapas e construções realizadas por eles.

Momento 4: Obtenção dos dados (Realizando a investigação)

Após a elaboração dos planos de trabalho, as equipes irão colocá-los em prática, realizando suas observações, registros e conclusões. O fenômeno que resulta no escurecimento das frutas se trata de uma reação de oxirredução, estas são caracterizadas por uma transferência de elétrons, em que uma espécie química irá perder elétrons (oxidação) e a outra irá ganhar esses elétrons (redução). A espécie química que sofre oxidação é conhecida como agente redutor, uma vez que cede os elétrons que resulta na redução da outra espécie. De forma análoga, o composto que sofre redução é conhecido como agente oxidante, pois causa a oxidação da outra espécie química (CARVALHO; LUPETTI; FATIBELLO-FILHO, 2005).

A partir da compreensão do que caracteriza estas reações, os alunos poderão relacionar o processo de escurecimento das frutas citadas no problema com as reações de oxirredução, uma vez que é isto que ocasiona este fenômeno. Estas frutas têm em sua composição: compostos fenólicos e a enzima polifenol oxidase, porém, para que o fenômeno ocorra é necessário a presença de oxigênio molecular. Naturalmente, elas estão protegidas por sua casca, no entanto, quando cortadas e expostas ao ar atmosférico, devido ao contato com oxigênio, a reação se inicia. Esta reação consiste na oxidação dos compostos fenólicos em quinonas, que quando formadas, sofrem novamente uma reação, neste caso de polimerização, resultando em um composto de pigmentação escura, chamado de melaninas (CARVALHO; LUPETTI; FATIBELLO-FILHO, 2005). Este processo de oxirredução está representado no esquema abaixo (Figura 10):

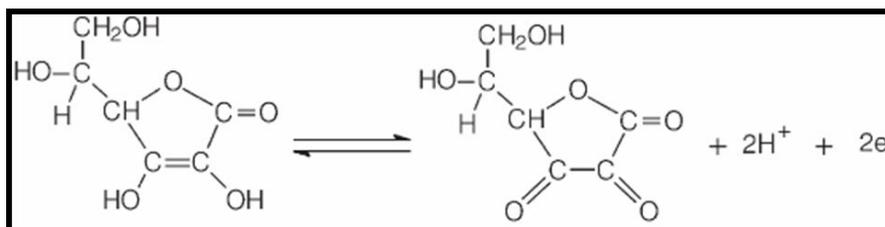
Figura 10 - Reação de oxirredução presente nas frutas.



Fonte: SILVEIRA; NOGARA; SANTOS, 2017.

A partir desta imagem, percebe-se que são necessários 3 substâncias para a reação ocorrer: o substrato, o oxigênio e a enzima, portanto, caso algum desses 3 componentes seja impedido de reagir, a velocidade da reação diminui significativamente (CARVALHO; LUPETTI; FATIBELLO-FILHO, 2005). Sendo assim, existe várias formas de retardar ou impedir o acontecimento desta reação. Um dos meios conhecidos para conservar essas frutas é a adição de substâncias ácidas, como o ácido cítrico, ascórbico e málico, pois a enzima polifenol oxidase tem uma ótima atuação em pH entre 6 e 7, no entanto, em faixas de pH abaixo de 3, não há atividade enzimática, portanto, retardando a velocidade de escurecimento dessas frutas. Por este motivo, ao se adicionar limão na superfície dessas frutas ou laranja na salada de frutas faz com que o processo de escurecimento se torne mais lento, pois os ácidos presentes nelas diminuem o pH do meio. Outra forma utilizada para a prevenção do escurecimento em frutas e vegetais é a adição de Vitamina C, pois a mesma se trata de um agente antioxidante, ou seja, impede a oxidação dos compostos fenólicos, pois se oxida no lugar deles, se transformando em ácido desidroascórbico (Figura 11), inibindo o escurecimento das frutas.

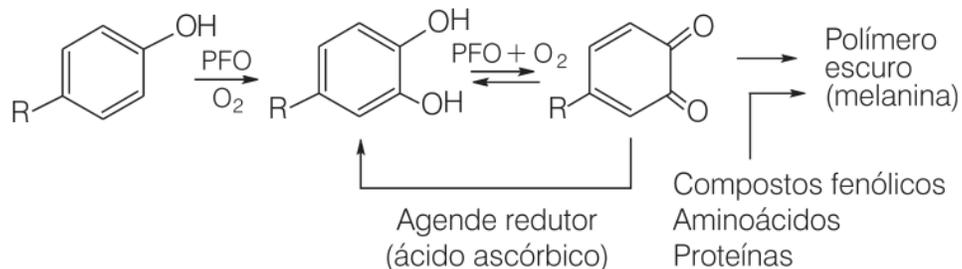
Figura 11 - Processo de oxidação da Vitamina C.



Fonte: <https://www.engquimicasantosp.com.br/2015/04/acido-ascorbico-popular-vitamina-c.html>

Desta forma, o ácido ascórbico age como agente redutor, uma vez que cede elétrons que vão reduzir a o-quinona de volta para sua forma fenólica (Figura 12), impedindo-a que se transforme em melanina.

Figura 12 - Ácido ascórbico agindo como agente redutor.



Fonte: CARVALHO; LUPETTI; FATIBELLO-FILHO, 2005.

Além dos fatores acima citados, outros fatores que podem retardar esta reação de escurecimento e podem ser mencionados pelos estudantes em seus planos de trabalho é a refrigeração dessas frutas, uma vez que é uma prática muito utilizada pela maioria dos estudantes em suas residências, como também o revestimento dele, após cortadas, com um filme plástico, pois assim irão reduzir o contato do oxigênio com os compostos fenólicos presentes na superfície delas. Por fim, durante as observações, é importante sempre questioná-los sobre o que foi observado e como eles explicam o fato de algumas soluções inibirem o escurecimento da maçã, banana e pêra, enquanto que outras não.

Após o desenvolvimento do plano de trabalho pelos alunos, o professor poderá disponibilizar alguns textos para auxiliá-los na relação entre o que foi observado, a explicação dada por eles e o conhecimento científico. Inicialmente, pode-se disponibilizar o texto “Oxidação e Redução” (Material Auxiliar L), para que os estudantes possam compreender estas reações e relacionar com o que foi observado nos experimentos. Para ajudá-los a compreender o motivo pelo qual a maçã escurece ao ser descascada, o professor pode disponibilizar o texto “Por que as maçãs escurecem depois de cortadas?” (Material Auxiliar M), em que os estudantes poderão constatar que este escurecimento é devido a oxidação dos compostos fenólicos presentes nesta fruta a partir do contato deles com o oxigênio

do ar e com a enzima polifenoloxidase. Por fim, também pode ser disponibilizado aos estudantes os textos: “Antioxidantes” (Material Auxiliar N) e “Ácido ascórbico da Vitamina C como Agente Redutor” (Material Auxiliar O), em que eles poderão conhecer a função dos antioxidantes e identificar a laranja e o limão (Frutas que contêm Vitamina C) como agentes que impedem a oxidação do polifenol presente na maçã, banana e pêra. Espera-se que com esses textos as equipes consigam relacionar os aspectos científicos com o fenômeno observado nos experimentos e as explicações dadas por elas e a partir disso possam chegar a uma resposta para o problema.

Momento 5: Socialização dos dados obtidos (Conclusões)

Após a conclusão do plano de trabalho de todas as equipes, eles irão socializar suas hipóteses e conclusões obtidas com o restante da sala. É importante que o professor utilize as respostas dos alunos para fazer relações com o conteúdo vivenciado e com os resultados obtidos, sempre buscando fazer conexões com fatos do dia a dia. Porém, caso as equipes sintam dificuldades na socialização dos resultados, o professor pode utilizar alguns questionamentos para estimular a participação de todos, como:

- O que foi percebido por Gabriel e Joaquim?
- O que provocou o escurecimento das frutas?
- O fenômeno observado trata-se de uma reação química de qual tipo?
- Qual a função da polifenoloxidase no fenômeno investigado?
- Existem maneiras de retardar este fenômeno?
- Por que nas saladas de frutas que contem suco de laranja, a banana e a maçã não escurecem com tanta facilidade?

É muito importante que nesta etapa o professor auxilie os estudantes na organização dos resultados para que possam fazer a ponte entre o conhecimento do senso comum e o conhecimento científico, fazendo as conexões necessárias para compreender o fenômeno.

Momento 6: Sistematização do conhecimento

Esta etapa se caracteriza pelo momento de finalização das aprendizagens vivenciadas durante a sequência didática. Os estudantes, de forma individual, irão

registrar todas as etapas cursadas, observações realizadas e conclusões obtidas durante seus planos de trabalho. Também se caracteriza como um momento no qual os estudantes irão aprender a escrever sobre Ciência, com base em conceitos químicos e evidência.

Materiais auxiliares

Material auxiliar L – Oxidação e Redução
https://www.manualdaquimica.com/fisico-quimica/oxidacao-reducao.htm
Material auxiliar M – Por que as maçãs escurecem depois de cortadas?
https://jornalmomentoquimico.wordpress.com/2018/07/05/por-que-as-macas-escurecem-depois-de-cortadas/
Material auxiliar N – Antioxidantes
https://www.infoescola.com/bioquimica/antioxidantes/
Material auxiliar O – Ácido ascórbico da Vitamina C como agente redutor
https://brasilecola.uol.com.br/biologia/vitamina-c.htm

REFERÊNCIAS

CARVALHO, L. C., LUPETTI, K. O., FATIBELLO-FILHO, O. Um estudo sobre a oxidação enzimática e a prevenção do escurecimento de frutas no Ensino Médio. **Química nova na escola**. n. 22, p. 48-50, 2005.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Esteia dos Santos Abreu. – Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316 p.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília, 2018.

_____. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)**. Brasília, Brasil: MEC/SEMT, 2002.

_____, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**, Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

CARVALHO, A. M. P., Fundamento Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências – RBPEC** 18(3), 765-794. Dez, 2018.

_____, O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

_____, Um ensino fundamentado na estrutura da construção do conhecimento científico. **Scheme - Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**. v.9. n. especial. P. 137-158, 2017.

CARVALHO, A. M. P., RICARDO, E. C., SASSERON, L. H., ABIB, M. L. V. S., & PIETROCOLA, M. **Ensino de Física**. São Paulo; Cengage Learning, 2010.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico em sala de aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 9, p.31-40, 1999.

DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGHEN, A. **Children's ideas in Science**. Milton Keynes: Open University Press, 1985. 208 p.

FILATRO, A., CAVALCANTI, C. C. **Metodologias ativas e Inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa**. 1. Ed – São Paulo, 2018. ISBN: 978-85-53131-35-8.

PIAGET, J. A equilibração das estruturas cognitivas. Rio de Janeiro: Zahar Editores: 1976.

SANTOS, V. G. S., GALEMBECK, E., Sequência Didática com Enfoque Investigativo: Alterações Investigativas na Elaboração de Hipóteses e Estruturação de Perguntas Realizadas por Alunos do Ensino Fundamental II. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências – RBPEC** 18(3), 879-904. Dez, 2018.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SASSERON, L. H., **Práticas em aula de ciências: o estabelecimento de interações discursivas no ensino por investigação**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

VIEIRA, F. A. C. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de ciências, Bauru, 2012.

ANEXO I -Teste do Iodo

Laboratório didático de bioquímica, c2017. Teste do iodo. Disponível em: <<http://plone.ufpb.br/ldb/contents/paginas/teste-do-iodo#:~:text=Mol%C3%A9culas%20de%20alto%20peso%20molecular,com%20forma%C3%A7%C3%A3o%20de%20compostos%20coloridos.&text=O%20resultado%20final%20da%20complex%C3%A3o,complexo%20de%20cor%20azul%20intensa%20>>. Acesso em 03 de dez de 2020.

Experimentos de Bioquímica. Pesquisa de polissacarídeos: reação com o iodo. Disponível em: <http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/teste_amido.htm>. Acesso em 03 de dez de 2020.

Polissacarídeos são moléculas de elevado peso molecular que têm como unidade fundamental os monossacarídeos, principalmente a glicose. Um destes polissacarídeos que é muito importante para os seres humanos, pois é uma fonte de glicose (energia) é o amido. Ele é produzido em grande quantidade nos vegetais, a partir da fotossíntese, e tem como constituintes principais dois outros polissacarídeos estruturalmente diferentes: a amilose e a amilopectina.

Estas moléculas acima citadas (amilose e amilopectina) podem sofrer reações de complexação que apresentam mudanças de coloração. Neste caso, quando esses polissacarídeos reagem com o iodo, resultam em um complexo de cor azul e vermelho-violáceo, respectivamente.

O complexo de coloração azul intensa é resultado da oclusão (aprisionamento) do iodo nas cadeias lineares da amilose (Figura 13), enquanto que

a amilopectina por não apresentar estrutura helicoidal, devido à presença das ramificações, a interação com o iodo será menor, e a coloração menos intensa. O resultado final da complexão do amido com o iodo é a formação de um complexo de cor azul intensa.

Figura 13 - Aprisionamento do iodo pela amilose.



Fonte: http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/teste_amido.htm

Observação: Nem todas as macromoléculas de alto peso molecular formam complexos coloridos quando reagem com o iodo. Isto por que é necessário que a estrutura da macromolécula apresente uma conformação espacial que favoreça a ligação com o iodo. Um exemplo de polissacarídeo que não apresenta coloração ao entrar em contato com o iodo é a celulose.

ANEXO II – Adulteração da Gasolina

Texto retirado de TAKESHITA, E. V. Adulteração de gasolina por adição de solventes: análise dos parâmetros físico-químicos. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

Adulteração da Gasolina

A adulteração da gasolina envolve a modificação de sua composição original através da adição de:

- Álcool etílico anidro em porcentagens superiores ao estabelecido pela ANP;
- Solventes diversos, como refinados petroquímicos e diesel.

A prática de adulteração da gasolina iniciou-se com a abertura de mercado do setor de combustíveis, após quase meio século de monopólio, o que foi agravado pela redução do subsídio ao álcool hidratado e anidro e pela liberação da importação de solventes, tornando os custos destes bastante inferiores aos da gasolina

(SANTOS *et al.*, 2003). Esse processo de abertura teve como principal objetivo desenvolver um mercado competitivo no setor de combustíveis através da atuação de outras empresas que viriam a produzir ou importar derivados de petróleo, dando ao consumidor a oportunidade de escolher o fornecedor de combustíveis e estimulando a concorrência (OLIM; HADDAD, 2003).

A adição de solventes seja de um novo composto, seja pelo excesso de outro já presente naturalmente, provoca mudanças nas propriedades físico-químicas da gasolina; entre elas, a curva de destilação, a pressão de vapor, e a taxa de equilíbrio vapor-líquido estão diretamente relacionadas à composição e às características químicas da mistura. Estas propriedades têm uma grande influência no controle da ignição, no aquecimento e aceleração do motor e no consumo de combustível.

Alguns dos “sintomas” apresentados pelo carro se este for abastecido com gasolina adulterada são (WIEDMANN, 2003):

- O consumo de combustível aumenta de repente e sem motivos aparentes;
- A performance do motor piora, principalmente em subidas;
- Fica difícil dar a partida pela manhã;
- O carro morre em pequenas paradas, como semáforos;
- A combustão acontece antes do devido, o carro “bate pino”.

A adição de etanol causa intensas mudanças nas propriedades físico-químicas do combustível, levando a um aumento do número de octanagem, variação na massa específica e pressão de vapor, além de transformações da curva de destilação (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Dentre os solventes mais usados na adulteração da gasolina estão o óleo diesel, querosene, e refinados petroquímicos (TEIXEIRA *et al.*, 2001), além do solvente de borracha (DAGOSTIN, 2003) e o excesso de álcool anidro (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Os compostos refinados têm um baixíssimo valor de mercado, pois são frequentemente obtidos como resíduos de um processo petroquímico, o que faz com que sejam muito usados para adulteração de gasolina.

Podemos citar como fatores motivadores da grande expansão da atividade ilícita de adulteração de combustíveis:

- A grande diferença de preço entre solventes e gasolina;

- Os solventes podem ser adquiridos facilmente no mercado, não possuindo nenhuma restrição quanto à sua venda;
- Os solventes são solúveis na gasolina, tornando difícil a detecção por simples inspeção visual;
- A alta incidência de impostos sobre a gasolina, levando a uma pequena margem de lucro sobre a venda do produto.

A Superintendência de Qualidade de Produtos - SQP da ANP, visando o controle de qualidade, mantém contratos com instituições - Universidades e Centros de Pesquisa, atuando em 18 estados além do Distrito Federal. Nos postos visitados é coletada ao menos uma amostra de gasolina C comum, e em um universo menor escolhido ao acaso, são coletadas amostras de gasolina C aditivada, gasolina C Premium, óleo diesel comum e aditivado e álcool etílico hidratado comum e aditivado.

As amostras coletadas são analisadas no laboratório da Instituição contratada sendo consideradas “conformes” quando atendem a todas as características definidas nas especificações da ANP (ANP, 12/2005). No estado de Santa Catarina, todas as análises são realizadas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas IPT da FURB de Blumenau.

Para a gasolina a maioria dos casos de não conformidades, registrados no país, deve-se à curva de destilação fora das especificações, ao teor inadequado de álcool anidro, estando a octanagem em terceiro lugar. Os estados considerados críticos, tanto pelo porte econômico quanto pelos índices de não conformidade sistematicamente encontrados em todos os combustíveis, são os Estados de São Paulo e do Rio de Janeiro. (ANP, 12/2005).

Tanto o querosene quanto o diesel têm temperaturas de ebulição maiores que da gasolina, ou seja, são mais pesados. A inclusão destes compostos na gasolina aumenta o consumo de combustível e reduz o desempenho do motor devido a uma atomização ineficiente, além de causar uma corrosão prematura do tanque de combustível e de componentes internos do motor devido ao acúmulo de sujeira.

Além da ação sobre o veículo, existem outras consequências mais graves, relacionadas ao aumento das emissões de gases de combustão nocivos, como derivados de NOx e SOx, causadores de chuva ácida, e monóxido de carbono CO, que é altamente asfíxiante, devido à queima irregular da gasolina no motor. A

exposição de seres humanos, que trabalham diretamente com combustíveis, a compostos prejudiciais à saúde, como o benzeno, também é um fator preocupante.

Há também o efeito de cossolvência exibido pelo álcool em relação a substâncias presentes naturalmente na gasolina, como os compostos BTEX (Benzeno, Tolueno, Etil-Benzeno e Xilenos), efeito este que aumenta à medida que o teor de álcool etílico na gasolina cresce. O álcool atua como um promovedor do aumento da solubilidade destes compostos nocivos na água. No caso de um acidente, ou vazamento de tanques de combustível encontrados no postos de distribuição, teríamos um agravamento da contaminação dos lençóis freáticos da região.

Outro tipo de adulteração surgiu com a regulamentação do exercício da atividade de formulação e venda no mercado interno da gasolina A, comum e Premium, e do óleo diesel a partir de misturas de correntes petroquímicas, adquiridas nos mercados interno ou externo (PANP-316, 2001).

Esta regulamentação abre uma brecha para misturas ilegais de solventes comerciais para a formulação de uma gasolina automotiva mantendo-a dentro das especificações, como mostrado em Almeida *et al.* (2003). Os autores usaram uma mistura de álcool etílico anidro, thinner, aguarrás, n-pentano, n-hexano, xileno e ciclo-hexano para formular uma gasolina e mostrou que com essa composição a mistura de solventes enquadra-se em todos os parâmetros físico-químicos da especificação da gasolina.

Esse tipo de fraude encontra um obstáculo apenas com o programa de marcação de solventes da Agência Nacional do Petróleo (ANP), onde todo solvente vendido no país deve receber a adição de uma substância química, cuja composição é conhecida apenas pela ANP. Entretanto, pode-se afirmar que se trata de um isótopo não radioativo adicionado aos solventes em concentrações de 400 ppb (CIÊNCIA-HOJE, 2000).

A presença deste marcador na gasolina somente pode ser notada através de uma corrida cromatográfica e somente se houver um padrão para comparação. Se o marcador for encontrado em uma amostra de gasolina, esta recebeu a adição de pelo menos um solvente.

O número de postos de gasolina que existem no país para serem fiscalizados é bastante grande, e mesmo com o programa de marcação de solventes, as

adulterações continuam a acontecer, já que fiscalizar todos os postos e recolher amostras diariamente seria impossível.

ANEXO III

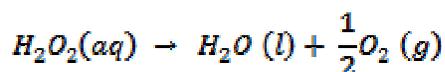
Por que a água oxigenada faz espuma quando colocada em machucados?

Texto retirado de: FOGAÇA, J. R. V. PreparaEnem, 2020. Por que a água oxigenada faz espuma quando colocada em machucados? Disponível em: www.preparaenem.com/quimica/por-que-agua-oxigenada-faz-espuma-quando-colocada-machucado.htm. Acesso em: 03 dez. 2020.

Quem, principalmente quando criança, nunca passou água oxigenada nos machucados, ferimentos e cortes? Praticamente todo mundo já passou por esse tipo de experiência.

Realmente, a água oxigenada é um produto usado muitas vezes como bactericida e, por isso, a maioria das pessoas conhece o fenômeno que ocorre quando ela entra em contato com o ferimento: há uma intensa efervescência. **Várias pessoas dizem que essa espuma formada indica a presença de infecção. Mas será que é isso mesmo?**

Bom, na realidade **essa efervescência observada se trata da decomposição da água oxigenada**, que é uma solução aquosa de peróxido de hidrogênio ($H_2O_{2(aq)}$). Essa reação é mostrada na equação abaixo:

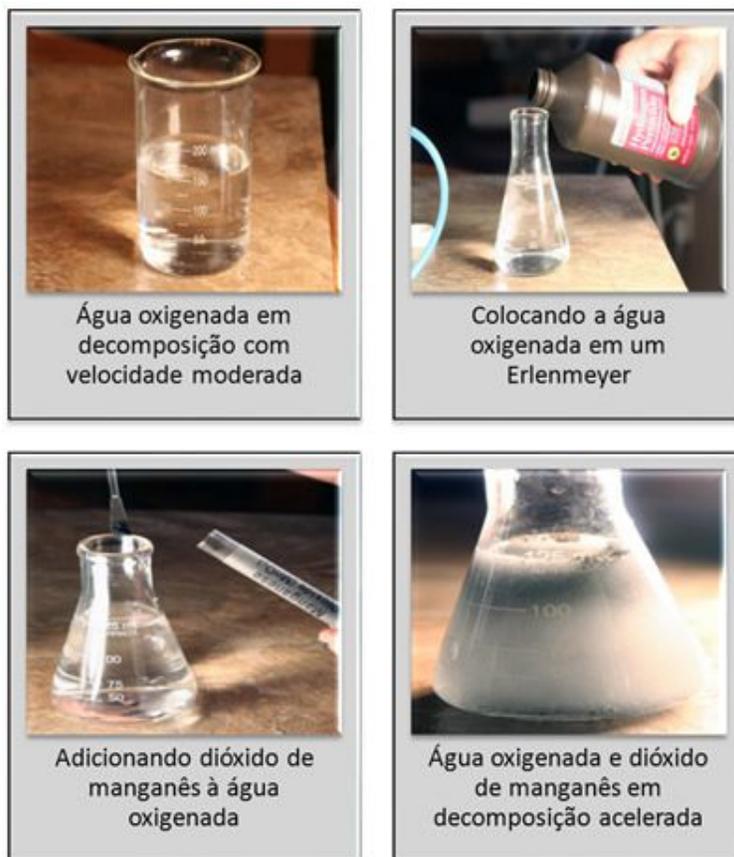


Essa decomposição da água oxigenada ocorre no meio ambiente, porém de forma lenta. Visto que ela ocorre naturalmente, é por isso que geralmente a água oxigenada é guardada em frascos escuros, longe da claridade, isto é, para não se decompor.

Mas essa reação pode ser acelerada se usarmos alguns catalisadores. **Catalisador** é uma substância que diminui a energia de ativação de uma reação química, fazendo, assim, com que ela se processe de forma mais rápida. O catalisador só aumenta a velocidade da reação, mas não participa dela como um produto, sendo totalmente regenerado no final.

Um catalisador que pode ser usado nesse caso é o dióxido de manganês (MnO_2). Observe abaixo como a velocidade da decomposição da água oxigenada acelera:

Figura 14 - Reação de decomposição da água oxigenada a partir da adição de um catalisador.



Fonte: www.preparaenem.com/quimica/por-que-agua-oxigenada-faz-espuma-quando-colocada-machucado.htm

Outro catalisador que aumenta muito a velocidade dessa reação é uma enzima denominada **catalase**. Ela está presente em nosso sangue, assim, quando adicionamos água oxigenada em algum ferimento, é essa enzima que funciona como catalisadora da reação de decomposição da água oxigenada, aumentando sua velocidade. Isso é visível pela efervescência que se produz, pois o volume de bolhas de oxigênio formadas será muito maior.

Se aplicarmos repetidas vezes a água oxigenada sobre o machucado, veremos que ela continuará borbulhando, o que prova que não é em razão da presença de infecção que sua espuma surge.

APÊNDICE C – ROTEIRO PARA ENTREVISTA APÓS ENCONTRO

1. Após conhecer melhor o Ensino por Investigação, você acredita que é possível utilizar essa metodologia para abordar conteúdos de química nas escolas? Por quê?
2. Você acredita que a utilização de práticas investigativas pode contribuir para uma formação integral do aluno? Justifique.
3. Levando em consideração a realidade das escolas integrais, as sequências de ensino investigativo disponíveis no material didático são aplicáveis? Por quê?
4. De que forma o material didático apresentado poderia te auxiliar em sua prática docente?
5. Você tem alguma sugestão ou crítica a acrescentar ao material didático produzido?