



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

**ABORDAGEM HISTÓRICO-INVESTIGATIVA: CONTRIBUIÇÕES
PARA MUDANÇA DE CONCEPÇÕES INADEQUADAS SOBRE
CIÊNCIAS DE ALUNOS DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

ROBSON VIEIRA KAKIJIMA

MANAUS/AM

2023

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

**ABORDAGEM HISTÓRICO-INVESTIGATIVA: CONTRIBUIÇÕES
PARA MUDANÇA DE CONCEPÇÕES INADEQUADAS SOBRE
CIÊNCIAS DE ALUNOS DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

ROBSON VIEIRA KAKIJIMA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Química da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Química.

Orientador: Prof. Dr. Ettore Paredes Antunes

MANAUS/AM

2023

Ficha Catalográfica

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

K13a Kakijima, Robson Vieira
Abordagem investigativa: contribuições para mudança de concepções inadequadas sobre ciências de alunos de licenciatura em química / Robson Vieira Kakijima. 2023
92 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Ettore Paredes Antunes
Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Abordagem investigativa. 2. História da química. 3. Concepções de ciências. 4. Teoria do flogisto. I. Antunes, II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

Aos meus pais, Iza e Roberto Kakijima.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ettore Paredes

Aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

Confessor que são muitas pessoas a quem devo um singelo agradecimento, e que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão desta dissertação. Espero não esquecer de nenhum deles aqui.

A Deus, primeiramente, por ter sustentado meus passos até aqui.

A minha família, em especial, meu pai Roberto Kakijima e minha mãe, Aldaiza Vieira, que sempre acreditaram que eu poderia ir longe na minha vida acadêmica.

Ao meu orientador, prof. Dr. Ettore Paredes Antunes, que além de me orientar, direcionar o caminho para realizar o mestrado, me acolheu, uma vez que, ao ingressar no programa de mestrado da UFAM, conhecia poucas pessoas, além de dedicar seu pouco e apertado tempo comigo nas inúmeras orientações.

Aos meus colegas de mestrado e professores, na qual tive a honra de conhecer e cativar uma amizade durante minha jornada.

Aos meus amigos do LAFECI, grupo de pesquisa na qual faço parte e que é coordenado pelo prof. Ettore.

Aos meus amigos que participaram da minha pesquisa, permitindo que compartilhassem um pouco de seus conhecimentos: Alyne, Wyvirlanny, Agnes, Rodrigo, Helena, Lêslie, Sâmia, Cleverton, Luiz Marcelo, Larissa, Kelly, Josiel, Isabelly, Bianka e Luciano. Meu muitíssimo obrigado!

*“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender.”
(Paulo Freire)*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Entrada da Universidade Federal do Amazonas – UFAM (Campus Manaus)	322
Figura 2: Etapas da elaboração e aplicação da oficina investigativa.....	333
Figura 3: Momentos das oficinas investigativas	355
Figura 4: Momento da leitura individual da oficina-teste.	366
Figura 5: Momento da leitura e resolução do problema individual.....	38
Figura 6: Dupla em momento de debate.....	38
Figura 7: Esquema das etapas da Análise Textual Discursiva.	421
Figura 8: Percentual de licenciandos quanto a participação em atividades investigativas.....	433

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Eixos, categorias e subcategorias	50
Tabela 2: Quantitativo de unidades de significado do eixo 1	64
Tabela 3: Subcategorias com mais unidades de significado no eixo 1.....	66
Tabela 4: Quantitativo de unidades de significado do eixo 2.....	67
Tabela 5: Subcategorias com mais unidades de significado do eixo 2.....	68
Tabela 6: Quantitativo de unidades de significado do eixo 3.....	70
Tabela 7: Subcategorias com mais unidades de significados do eixo 3.....	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tipologias de investigação	22
Quadro 2: Níveis de abertura fornecido aos alunos.....	23
Quadro 3: Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em aulas de resolução de problemas	23
Quadro 4: Grau de liberdade de professor (P) e alunos (A) em discussões de textos históricos	24
Quadro 5: Formas de utilização da abordagem histórico-investigativa	25
Quadro 6: Tema das atividades investigativas e seus respectivos graus de liberdade.	34
Quadro 7: Título das obras utilizadas nas atividades investigativas.	34
Quadro 8: Tipos de dificuldades encontradas pelos participantes.....	44
Quadro 9: Compreensão dos textos históricos.	46
Quadro 10: O trabalho em equipe na construção de ideias.	47
Quadro 11: Divergências entre membros da equipe.....	49

RESUMO

Esta pesquisa teve por objetivo investigar as potencialidades da abordagem histórico-investigativa na mudança de concepções inadequadas sobre ciências, discutidas por Gil-Perez e Cahcapuz, em licenciandos em química de uma universidade pública do Amazonas. Neste estudo, foi elaborada uma oficina investigativa, utilizando o episódio histórico da Teoria do Flogisto, como tema fomentador de discussões que apresentaram características essenciais da ciência. Como instrumentos de coleta de dados, a pesquisa contou com as folhas de atividades, distribuídas em cada encontro da oficina, transcrições de áudios de debates em grupo e socialização e um roteiro de entrevista pós-oficina, realizada com 5 participantes da oficina investigativa. A oficina seguiu as etapas de uma investigação teórica sugerida por Carvalho, na qual é voltada para a compreensão do trabalho científico e construção da ciência, e contou com textos de história da química na qual os licenciandos tinham que ler para solucionar os problemas propostos nas folhas de atividade. Ao todo, participaram da oficina 8 licenciandos em química dos períodos finais. A pesquisa teve caráter qualitativo do tipo exploratória, utilizando-se de métodos de análise textual discursiva para exploração e triangulação das respostas coletadas pelos instrumentos de coleta. Os resultados mostraram que a metodologia histórico-investigativa aplicada na pesquisa permitiu a compreensão de algumas características essenciais da ciência, promovendo mudanças nas concepções dos licenciandos sobre o trabalho científico. Tais resultados revelaram que por meio da exploração do episódio do flogisto, aliado à abordagem investigativa, houve superação das visões elitista, individualista, linear e acumulativa e aproblemática e ahistórica. As visões empírico-indutivista e ateórica e a visão rígida, algorítmica e infalível analisadas na pesquisa mostraram resistência após a aplicação da oficina. Mostrou-se também que as discussões em equipe foram os momentos da abordagem histórico investigativa em houve uma compreensão melhor sobre as características essenciais do trabalho científico. Os resultados também revelaram dificuldades dos licenciandos com a interpretação de alguns textos históricos utilizados na oficina e na resolução dos problemas propostos. Esta pesquisa abre caminhos para que a abordagem histórico-investigativa seja estudada por outros pesquisadores, utilizando outros episódios históricos, focalizando nas visões inadequadas não superadas pelo episódio do flogisto, além de possibilidades de aplicação na educação básica.

Palavras-chaves: Abordagem investigativa; História da Química; Concepções de ciências

ABSTRACT

This research aimed to investigate the potential of the historical-investigative approach in changing inappropriate conceptions about science, discussed by Gil-Perez and Cachapuz, in licentiates in chemistry at a public university in Amazonas. In this study, an investigative workshop was elaborated, using the historical episode of the Phlogiston Theory, as a topic that fostered discussions that presented essential characteristics of science. As data collection instruments, the research relied on activity sheets, distributed at each workshop meeting, audio transcriptions of group debates and socialization and a post-workshop interview script, carried out with 5 participants of the investigative workshop. The workshop followed the steps of a theoretical investigation suggested by Carvalho, which is focused on understanding scientific work and the construction of science, and it had texts about the history of chemistry in which licentiate had to read to solve the problems proposed in the activity sheets. Altogether, participated in the workshop 8 licentiates in chemistry from the final periods. The research had an exploratory qualitative character, using methods of discursive textual analysis for exploration and triangulation of the answers collected by collection instruments. The results showed that the historical-investigative methodology applied in the research allowed the understanding of some essential characteristics of science, promoting changes in the conceptions of the licentiate about the scientific work. Such results revealed that through the exploration of the Phlogiston episode, combined with the investigative approach, there was overcoming in the elitist, individualist, linear and cumulative and non-problematic and ahistorical views. The empirical-inductivist and atheoretical views and the rigid, algorithmic and infallible view analyzed in the research showed resistance after the application of the workshop. It was also shown that group discussions were the moments of the investigative-historical approach in which there was a better understanding of the essential characteristics of scientific work. The results also revealed difficulties of the licentiates with the interpretation about some historical texts used in the workshop and in the resolution of the proposed problems. This research opens the way for the historical-investigative approach to be studied by other researchers, using other historical episodes, focusing on inadequate views not overcome by the Phlogiston episode, in addition to possibilities of application in basic education.

Keywords: Investigative approach; History of chemistry; Conceptions of science

SUMÁRIO

1. INTRUDUÇÃO.....	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1. HISTÓRIA DA QUÍMICA	17
2.1.1. HISTÓRIA DA QUÍMICA NA EDUCAÇÃO	17
2.1.2. A TEORIA DO FLOGISTO	18
2.2. ABORDAGEM INVESTIGATIVA.....	20
2.2.1. CONCEITOS E FUNDAMENTOS DA ABORDAGEM INVESTIGATIVA	20
2.2.2. ABORDAGEM HISTÓRICO-INVESTIGATIVA	24
2.3. CONCEPÇÕES INADEQUADAS SOBRE CIÊNCIAS	25
2.3.1. PANORAMA GERAL SOBRE AS CONCEPÇÕES INADEQUADAS SOBRE CIÊNCIAS	26
2.3.2. AS VISÕES INADEQUADAS DA CIÊNCIA.....	27
3. QUESTÃO DA PESQUISA E OBJETIVOS	30
3.1. QUESTÃO NORTEADORA	30
3.2. OBJETIVOS	30
3.2.1. OBJETIVO GERAL	30
3.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
4. PERCURSO METODOLÓGICO	31
4.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	31
4.2. SUJEITOS DA PESQUISA.....	31
4.3. LOCAL DA PESQUISA	32
4.4. CRITÉRIOS ÉTICOS DA PESQUISA	32
4.5. ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE OFICINA INVESTIGATIVA	33
4.5.1. PLANEJAMENTO	33
4.5.2. DINÂMICA DA OFICINA	35
4.5.3. VALIDAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	36
4.5.4. REALIZAÇÃO DA OFICINA	37
4.5.5. APLICAÇÃO DA ENTREVISTA	39
4.6. INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	39
4.6.1. FOLHAS DE ATIVIDADES DA OFICINA.....	39
4.6.2. DISCUSSÕES EM GRUPO	40
4.6.3. ENTREVISTA	40
4.7. ANÁLISE DE DADOS	41

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
5.1. PERFIL DOS PARTICIPANTES	43
5.2. ANÁLISE DE ASPECTOS DA ABORDAGEM HISTÓRICO-INVESTIGATIVA ...	44
5.2.1. DIFICULDADE DOS PARTICIPANTES	44
5.2.2. TEXTOS HISTÓRICOS	46
5.2.3. O TRABALHO EM EQUIPE	47
5.3. CATEGORIZAÇÃO	50
5.4. VISÕES INADEQUADAS DO EIXO E.1.....	51
5.4.1. VISÃO ELITISTA	51
5.4.2. VISÃO INDIVIDUALISTA	53
5.5. VISÕES INADEQUADAS DO EIXO E.2.....	55
5.5.1. VISÃO EMPÍRICO-INDUTIVISTA E ATEÓRICA	55
5.5.2 VISÃO RÍGIDA, INFALÍVEL E ALGORÍTMICA	57
5.6. VISÕES INADEQUADAS DO EIXO E.3.....	60
5.6.1. VISÃO LINEAR E ACUMULATIVA.....	60
5.6.2. VISÃO APROBLEMÁTICA E AHISTÓRICA	61
5.7. ANÁLISE DAS VISÕES INADEQUADAS	63
5.7.1. ANÁLISE DO EIXO E.1	64
5.7.2. ANÁLISE DO EIXO E.2	67
5.7.3. ANÁLISE DO EIXO 3	70
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
7. REFERÊNCIAS	76
APÊNDICES	80
ANEXO	93

1. INTRODUÇÃO

O ensino de ciências passou por muitas transformações nos últimos anos, muito por conta de uma explosão de trabalhos científicos na área da educação, pautados na investigação e desenvolvimento de metodologias que implicam em colocar o aluno no centro do seu processo de aprendizagem. Atualmente, tais metodologias são conhecidas como metodologias ativas. Estas metodologias defendem que o aluno deve ser o protagonista e construtor de seu conhecimento, o que permite que o mesmo desenvolva uma visão crítica e transformadora do mundo ao seu redor e que vão na contra mão de uma simples aprendizagem mecanizada e memorização dos conteúdos, abarcados pelo ensino tradicional, de mera transmissão de conhecimentos.

A abordagem investigativa é uma dessas metodologias que possui tais características, sendo discutida e trabalhada em muitos artigos, encontros, congressos e simpósios na área do ensino de ciências e matemática. Um de seus principais fundamentos é que ela sempre inicia o processo de aprendizagem através de uma pergunta, problema ou questionamento que tem uma certa proximidade da realidade do aluno. A busca pela resolução de problemas leva o aluno a traçar estratégias que melhor respondem ao questionamento, de forma a torná-lo ativo e reflexivo.

Uma proposta ainda pouco explorada nos trabalhos de educação em ensino de Ciências, e que deriva da abordagem investigativa, mas se mostra muito promissora é a abordagem histórico-investigativa. Em suma, a abordagem histórico-investigativa (HI) é uma proposta metodológica que integra elementos da História e Filosofia das Ciências (HFC) à abordagem investigativa. Esta metodologia tem como objetivos que vão desde a aprendizagem de conteúdos até ao entendimento dos caminhos que levam à construção do conhecimento científico.

Neste sentido, falando sobre a construção do conhecimento científico, vimos na literatura, de forma exaustiva, trabalhos que exploram esse campo de pesquisa, e por meio destes, revelam que muitos estudantes possuem uma visão distorcida da ciência e do trabalho científico. Estudos realizados por Gil-Perez (2001) e Cachapuz et al (2011) deixam bem claros que até mesmo docentes do ensino médio e graduação possuem enraizadas visões simplistas da ciência e transmitidas aos seus alunos. Essas concepções errôneas surgem por diversos fatores e que contribuem para o afastamento e até mesmo a repulsa dos estudantes pela ciência.

Percebendo que essas concepções são nocivas à compreensão do verdadeiro papel da ciência para a humanidade, surgiu esta pesquisa, que utilizou a abordagem histórico-

investigativa para investigar as possíveis contribuições que esta metodologia pode dar, para revelar algumas características da ciência, desmistificando muitas concepções que estudantes de graduação carregam a respeito de como o conhecimento científico é concebido e os caminhos que levam a verdadeiras revoluções científicas, muito presentes na história da ciência.

Assim, chegamos à questão que moveu este estudo, e que norteou todas as etapas da pesquisa: **quais as contribuições que a abordagem histórico-investigativa pode dar para mudança de concepções sobre ciência de alunos de Licenciatura em Química de uma universidade pública do Amazonas?** Este estudo foi conduzido por meio de uma oficina investigativa, constituída de quatro encontros, com duração de duas horas cada, com licenciandos de química regularmente matriculados na Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

Foi utilizada a abordagem histórico-investigativa como metodologia para conduzir as atividades da oficina. Como um fio condutor para fomentar discussões sobre concepções de ciência, a abordagem HI se apropriou de um episódio da história da Química conhecido como Teoria do Flogisto. Esta teoria surgiu com muita força no século XVII e foi substituída no século seguinte pela teoria do oxigênio no século seguinte, após os trabalhos de Lavoisier e de outros cientistas, que paralelamente conduziam estudos sobre combustão e calcinação de metais. Esse episódio que marcou o fim da mística alquimia e o começo da química moderna se mostrou enriquecedora de elementos que podem contribuir para que estudantes tenham uma visão correta da ciência.

Como referencial teórico, esta pesquisa utilizou os estudos das visões inadequadas sobre ciência de Gil-Perez (2001) e Cachapuz (2011). Em suma, estes autores relatam sete visões inadequadas que estudantes e docentes possuem sobre a ciência e o trabalho científico, que dificultam a renovação do ensino de ciências, trazendo muitos mitos e estereótipos relacionados à imagem do cientista e de seu trabalho. Os pressupostos teóricos e metodológicos da abordagem investigativa utilizada na pesquisa têm como base os estudos de Carvalho (2013), pesquisadora que tem uma vasta experiência neste tipo de metodologia.

Mediante a isso, essa dissertação está estruturada da seguinte maneira: uma introdução, apresentando um panorama geral da pesquisa, sua relevância para o ensino de ciências e a questão norteadora. A fundamentação teórica, que apresenta os aportes teóricos e epistemológicos da pesquisa, que incluem a história da química, abordagem investigativa e visões inadequadas da ciência. Os objetivos gerais e específicos da pesquisa. O percurso metodológico, descrevendo o tipo de pesquisa desenvolvida, o planejamento e realização da oficina, a entrevista, os instrumentos de coleta de dados, sujeitos e local da pesquisa. Em

sequência, tem-se os resultados e discussões, obtidos a partir dos instrumentos de coleta de dados, que foram as folhas de atividades, as discussões em grupo e comunicação de dados durante os encontros da oficina e a entrevista semiestruturada. Nos resultados e discussões, tem-se a análise segundo aspectos da metodologia histórico-investigativa e aspectos relacionados às visões sobre ciência. Por fim, fecha-se esta dissertação com as considerações finais e apêndices e anexos de materiais e documentos utilizados durante a aplicação do projeto.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são apresentados todos os aportes teóricos da pesquisa, abarcando uma visão geral da História da Química na educação, um breve resumo sobre o episódio do Flogisto, abordagem investigativa e histórico-investigativa e uma visão panorâmica das visões inadequadas da ciência.

2.1. HISTÓRIA DA QUÍMICA

Nesta primeira seção do referencial teórico, será abordado a importância da história da química no ensino, bem como um panorama geral sobre o episódio histórico do Flogisto, que trará à tona as discussões abordadas na pesquisa.

2.1.1. HISTÓRIA DA QUÍMICA NA EDUCAÇÃO

Durante muito tempo, o ensino de Química foi limitado a simples descrições sobre fenômenos químicos. Práticas de ensino eram realizadas sem a devida preocupação em conectar a disciplina com a realidade do estudante e a aprendizagem de conceitos era meramente mecanizada.

Este cenário vem mudando a cada ano, com a utilização de diversos recursos, inclusive a História da Química. Parece haver um consenso entre pesquisadores na área da educação como Oki e Moradillo (2008), Beltran (2013), Scremin e Aires (2012), de que a História e Filosofia das Ciências (HFC) é uma alternativa que contribuir para a melhoria do processo de aprendizagem nas áreas de ciências exatas. Em razão disto, ela vem ganhando destaque nos últimos anos ao ser inserida no ensino de química.

Cebulski e Matsumoto (2009) apontam que a História da Química vem ganhando grande importância no entendimento de ciência, pois trazem discussões a respeito do progresso da humanidade no decorrer dos séculos, e como esse progresso modificou o modo de vida da sociedade. A História da Química pode ser um agente transformador no sentido de que o cidadão tenha a capacidade de compreender, interpretar e atuar de forma crítica sobre os problemas que afetam a sociedade, tendo como princípio o conhecimento científico adquirido (SANTOS; BEZERRA, 2016).

A História da Química permite que os alunos compreendam sobre ciência. Callegario et al. (2015, pag. 978) afirma:

Acredita-se que a História da Ciência pode motivar e seduzir os alunos, tornando as aulas mais interessantes, humanizar a visão de Ciência mostrando-a como processo e não como um produto acabado e promover uma compreensão melhor da construção do conhecimento científico ao longo do tempo e sua dinamicidade.

Neste sentido, estudando o passado da ciência pode acarretar em apresentar as verdadeiras visões da ciência e do trabalho científico, que inicialmente se mostram inadequadas, como visão linear e cumulativa, individualista e ahistórica. Através da História da Ciência, é possível apresentar aos estudantes uma ciência viva e dinâmica, muito distante daquela visão inadequada, e muito comum, de uma ciência dogmática (CARVALHO; NASCIMENTO; SILVA, 2017).

A utilização da História da Química na educação não é uma tarefa tão simples. Professores têm relatado dificuldades em inserir adequadamente aos seus conteúdos de Química. Cebulski e Matsumoto (2009, p.13) explica a respeito desse cuidado ao utilizar a história da química:

Para que a abordagem de conceitos químicos no Ensino Médio utilizando a História da Química seja eficiente, deve-se observar que esta vai além do simples estudo de datas e nomes; é necessário que os docentes possuam conhecimentos epistemológicos a respeito do que sejam os modelos, qual sua função na ciência, os seus objetivos, suas limitações, e em que contexto histórico foram elaborados.

Os autores enfatizam que ensinar química utilizando a História da Química não é simplesmente apontar os fatos históricos de maneira cronológica, como ocorre em muitos livros didáticos, e sim abordá-la explorando os aspectos epistemológicos da história da ciência e criando possibilidades para a reflexão.

Infelizmente, esta visão de exploração da história da química por meio de linhas do tempo parece estar bem presente em graduandos em química. Estudos realizados por Viana, Pereira e Oki (2011) constatam que tanto bacharelados como licenciandos possuem uma visão geral de que a história da química é uma exploração de datas e eventos cronológicos dentro da sala de aula.

2.1.2. A TEORIA DO FLOGISTO

O século XVIII foi marcado por profundas transformações na ciência, sobretudo na área da química, que viu a mística alquimia dar lugar ao conhecimento científico sistematizado. Neste período, a química ainda vivia sem uma sistematização de nomenclaturas e reações químicas. Sacks (2001, p.77) representa bem a situação da química nesta época:

Embora uma infinidade de reações químicas houvesse sido estudada, não havia uma avaliação ou mensuração sistemática dessas reações. Desconhecia-se a composição da água, como também da maioria das outras substâncias. Os minerais e os sais eram classificados segundo sua forma cristalina ou outras propriedades físicas, e não por seus componentes. Não havia uma noção clara de elementos ou compostos.

Percebe-se na fala do autor que o período é marcado pelo desconhecimento da noção de elemento ou composto químico, que teve uma melhor elucidação com Lavoisier (1743-1794),

que viria a publicar o seu trabalho “*Traité Elementaire de chimie*”, em 1789, dando início ao período conhecido como a Revolução Química.

Este século carregou consigo algumas teorias científicas que hoje não são mais válidas, mas naquele período tinham muita força e adeptos que defendiam com unhas e dentes o corpo de ideias vindas destas teorias. Uma destas teorias mais conhecidas e difundidas nos livros de história da Química é a Teoria do Flogisto.

O flogisto foi uma teoria que surgiu no século XVII e que perdurou por muitos anos como sendo a verdade absoluta que regia fenômenos envolvendo a combustão e calcinação de metais. Esta teoria foi desenvolvida por Johann Joachim Becker (1635-1682) e melhorada por Georg Ernest Stahl (1669-1734), seu discípulo e fiel seguidor (NEVES; FARIAS, 2008).

Os alquimistas sempre acreditavam que a combustão de qualquer material era a perda de alguma coisa quando um corpo queimava, já que ao observar o fenômeno da combustão, o que se via era uma chama que parecia “se soltar” do material. Stahl chamou de flogístico o “espírito ígneo” que desprendia na combustão (VANIN, 2005). O flogisto então era considerado um princípio inflamável, onde as cinzas resultantes da combustão seriam “as sobras” do que restou do material quando o mesmo liberou todo o seu flogisto.

Contudo, havia uma contradição que intrigava os flogistas da época. A teoria do flogisto não conseguia explicar o aumento da massa de um metal ao passar pelo processo de calcinação. À luz da teoria do flogisto, o produto desta calcinação deveria ter massa menor que o seu material original, uma vez que o flogisto era desprendido do material. Alguns defensores desta teoria tentaram sugerir que este deveria ter massa negativa, daí o ganho de massa quando da sua separação do metal (VANIN, 2005).

Esta tentativa de justificar o flogisto culmina para discussões relacionadas ao cinturão protetor de Lakatos. De acordo com Silveira (1997), o cinturão protetor mencionado por Lakatos consiste em um conjunto de suposições adicionais ao núcleo irreduzível que compõem a estrutura de uma teoria, protegendo-a de uma anomalia ou problema encontrado em seus fundamentos. Foi neste sentido que flogistas buscaram sustentar a teoria e blindá-las das inconsistências dela frente a alguns fenômenos, como a da combustão dos metais.

Apesar dessas incoerências, os esforços dos adeptos ao flogisto possibilitaram que a teoria do flogisto permanecesse consolidada e sendo aceita naquela época. Isso se deve ao fato dela não se opor a nenhuma das noções admitidas até então, sendo a teoria corpuscular da época sendo aproveitada para explicar as ideias do flogisto (VIDAL, 1986). Isso direcionou diversos trabalhos na área de Química, dentre eles, os trabalhos de Joseph Priestley (1733-1804), que

mais tarde viria a contribuir com o descobrimento do elemento químico Oxigênio, na qual ele próprio o chamava de “ar desflogisticado” (PRADO; CARNEIRO, 2018).

A teoria do flogisto começou a ser derrubada a partir do momento em que aspectos eminentemente quantitativos das reações de combustão começaram a ser realizadas pelos químicos, em especial por Antoine Lavoisier. Vanin (2005, p.39) explica:

A partir de experiências bem controladas, medindo a variação de massa quando da combustão de várias substâncias simples com quantidades exatamente determinadas de oxigênio recém descoberto, Lavoisier demonstrou que a queima é uma reação com o oxigênio. Aquilo que os alquimistas chamavam de cal do metal na verdade era um novo composto, o óxido metálico. A regeneração da cal ao metal pode ser feita aquecendo-a com o carvão, formando o gás carbônico por combinação com o oxigênio do óxido, deixando o metal livre.

Sendo assim, a queima e a redução do metal não eram provocadas pela liberação do flogisto, mas sim do produtos da reação do metal com o oxigênio do ar atmosférico, que alimenta os processos de combustão.

Contudo, Lavoisier ainda não tinha bases suficientes para refutar a teoria do flogisto, uma vez que o oxigênio ainda não havia sido descoberto. A descoberta deste gás inaugurou uma nova etapa na ciência. O oxigênio é o gás da vida, principal componente do ar que respiramos e também responsável pela combustão (MOSLEY; LYNCH, 2011).

Após os experimentos de Lavoisier, as inconsistências presentes na teoria do flogisto ficaram ainda mais evidentes, não sendo mais possível sustentá-las, pondo o fim de uma vez na teoria. Apesar de errônea, a teoria do flogisto teve o mérito de direcionar os estudos da química para a mineralogia e os estudos relativos aos gases, afastando-a, assim, do aspecto médico-farmacológico que a caracterizava até então (NEVES; FARIAS, 2008).

2.2. ABORDAGEM INVESTIGATIVA

Neste tópico, são apresentados alguns fundamentos teóricos, pedagógicos e metodológicos da abordagem investigativa e da abordagem histórico-investigativa.

2.2.1. CONCEITOS E FUNDAMENTOS DA ABORDAGEM INVESTIGATIVA

O ensino de ciências tem sido um campo de pesquisa muito discutido nos últimos anos e essas discussões visam buscar metodologias que tornam os alunos mais participativos nas aulas e que estimulem os mesmos a refletirem sobre a ciência. O que se tem visto no ensino de ciências, sobretudo no ensino de química, é uma abordagem baseada em exercícios de aplicação, onde a aprendizagem é meramente mecânica e decorativa.

Inúmeros trabalhos da área da educação vêm criando e aprimorando metodologias com o objetivo de superar este cenário de aprendizagem tradicional, contribuindo para melhorar o

ensino de ciências, e trazer ao aluno um protagonismo na construção do seu próprio conhecimento. Dentre essas metodologias, estão aquelas pautadas na investigação de conceitos e fenômenos, como a abordagem investigativa. Existem outras denominações para esta perspectiva de ensino, como inquiry, aprendizagem por descoberta, resolução de problemas, projetos de aprendizagem, ensino por investigação (ZOMPERO; LABURÚ, 2011).

A abordagem investigativa está presente nos documentos que norteiam a educação básica no Brasil. Na Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2017, p.9) há um trecho que mostra esta inclusão:

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 inventar soluções com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

Neste contexto, o documento admite que trabalhar atividades investigativas auxilia no despertar de uma curiosidade intelectual e sua possível reflexão, desenvolvendo no aluno uma postura crítica.

De acordo com Carvalho (2013), a abordagem investigativa é caracterizada pela proposição de um problema, na qual os alunos são engajados a solucioná-lo. Kasseboehmer et al., (2015) afirma que esta prática investigativa se assemelha a um trabalho científico praticado por instituições de pesquisa, pois oportuniza os alunos a refletir, discutir e fomentar a capacidade de argumentação do mesmo.

Para Gil-Perez (1993, apud Wartha e Lemos, 2016), atividades investigativas devem apresentar características como:

- Propor aos estudantes situações problemas abertas;
- Favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância das situações-problema apresentadas;
- Permitir que os estudantes emitam hipóteses como atividade indispensável à investigação científica.
- Elaborar um planejamento de atividades experimentais
- Proporcionar momentos para a comunicação do debate das atividades desenvolvidas.

Apesar deste tipo de abordagem aproximar o estudante do trabalho científico, o seu objetivo, de acordo com Carvalho (2013, p.9) não é tornar os estudantes cientistas ou pensar como os mesmos:

O que se propõe é muito simples – queremos criar um ambiente em sala de aula de Ciências de tal forma que possamos conduzir (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que possamos gradativamente ir ampliando sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica.

Diante da fala da autora, pode-se dizer que a abordagem investigativa tem como um dos seus objetivos introduzir um pensamento científico, gradativamente, conforme o professor aplica investigações em sua sala de aula.

Na abordagem investigativa, os conhecimentos que o aluno traz para a sala de aula é levado em consideração. Carvalho (2013, p.260) afirma:

Este é um ponto discutido em todos os referenciais teóricos, mas que na área de ensino de Ciências tornou-se um grande campo de pesquisa: o dos conceitos espontâneos e depois o das mudanças conceituais. Nossa proposta de como trabalhar com os conceitos espontâneos que os alunos trazem para a sala de aula é criar espaço durante a discussão em grupo pequeno, pois quando os conceitos espontâneos surgem neste contexto, eles passam a serem tratados como hipótese para serem testadas, tirando a conotação negativa de quem os têm.

Neste sentido, podemos dizer que o aluno utiliza seus conhecimentos prévios (ou conceitos espontâneos) para a formulação de hipóteses na resolução do problema proposto, por meio de discussões em grupo.

De acordo com Carvalho (2011), o papel do professor é fundamental na abordagem investigativa, pois é ele que propõe situações problemas que irão gerar ideias, modelos explicativos, hipóteses e procedimentos para a resolução dos mesmos, conduzindo os alunos durante todas as etapas da abordagem investigativa.

Com relação ao problema a ser investigado, o mesmo deve ser escolhido em função dos interesses do aluno. (CARVALHO, 2013). Wartha e Lemos (2016) afirmam que para elaborar perguntas investigativas, estas devem ter relação entre conceito e contexto, ou seja, deve haver interligação entre o conceito científico que se quer abordar com um contexto ou uma situação onde o conceito explicará o fenômeno apresentado.

Wellington (2000, apud Wartha e Lemos, 2016) sugerem tipologias de investigação, vistas no quadro 1, que auxiliam professores na elaboração de perguntas investigativas.

Quadro 1: Tipologias de investigação

Investigações do tipo “qual?”	<ul style="list-style-type: none"> • Quais dos fatores afetam X? • Qual é o melhor plano para...? • Qual o X melhor para...?
Investigações do tipo “o quê?”	<ul style="list-style-type: none"> • O que acontece se...? • Qual relação existe entre X e Y?
Investigações do tipo “como?”	<ul style="list-style-type: none"> • Como é que diferentes X afetam Y? • Como é que varia X com Y? • Como é que X afeta Y?
Investigações gerais	<ul style="list-style-type: none"> • Um questionário histórico ou local • Um projeto a longo prazo
Atividades de resolução de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Planejar e construir • Resolver um problema prático • Simulações

Fonte: Wellington (2000)

Atividades investigativas podem ser desenvolvidas de acordo com o grau de liberdade dos alunos sobre as etapas da investigação. Essa liberdade caracteriza o que chamamos de nível de abertura. Kasseboehmer et al. (2015) propõem níveis de abertura (Quadro 2), onde os professores podem nortear suas atividades investigativas, de acordo com o objetivo que querem atingir com seus alunos.

Quadro 2: Níveis de abertura fornecido aos alunos

Nível	Problema	Material	Procedimento	Coleta de dados e análise	Conclusão
0	Dado	Dado	Dado	Dado	Dado
1	Dado	Dado	Dado	Dado	Aberto
2	Dado	Dado	Dado	Aberto	Aberto
3	Dado	Dado	Aberto	Aberto	Aberto
4	Dado	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto
5	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto

Fonte: Kasseboehmer et al. (2015)

Estes níveis de aberturas propostos pelos autores são típicos de investigações cuja experimentação é uma das etapas da abordagem. Contudo, é possível realizar atividades investigativas totalmente teóricas. Um exemplo é dado por Carvalho (2018), onde o quadro 3 apresenta o grau de liberdade de uma atividade de resolução de problemas.

Quadro 3: Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em aulas de resolução de problemas

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipótese	P	P/A	A/P	A	A
Resolução do problema	A	A	A	A	A
Análise dos resultados	P	P/A	P/A	P/A	P/A

Fonte: Carvalho (2018)

Outros exemplos de abordagem investigativa teórica proposta por Carvalho (2018) são aquelas pautadas na História e Filosofia das Ciências. Carvalho (2018, p.770) descreve os aspectos desse tipo de abordagem:

[...] ela é importantíssima em um curso cujos objetivos ultrapassam o ensino de conceitos, leis e teorias e em que se pretende alcançar o entendimento da construção do próprio conhecimento científico. Estas atividades de introdução de textos históricos no ensino, principalmente no nível médio, podem ser de grande valia para alcançar os objetivos epistemológicos e sociais da construção do conhecimento conceitual.

Neste sentido, segundo a autora, esta investigação tem a finalidade, além de aprendizagem de conceitos, mostrar aos alunos as concepções adequadas sobre da ciência, desmistificando algumas visões errôneas sobre o trabalho científico. O quadro 4, proposto por

Carvalho (2018) apresenta os níveis de abertura que este tipo de abordagem investigativa dá aos alunos.

Quadro 4: Grau de liberdade de professor (P) e alunos (A) em discussões de textos históricos

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problematização	P	P	P	P	A
Escolha do texto	P	P	P	A	A
Leitura do texto	A	A	A	A	A
Análise do texto	P	A	A	A	A
Conclusões	P	P	A	A	A

Fonte: Carvalho (2018)

Tendo em vista a proposta desta pesquisa em trabalhar as concepções de ciência de licenciandos em química, o quadro 4 parece ser o mais adequado para a aplicação da abordagem investigativa, uma vez que abre espaço para a inserção de textos históricos que irão fomentar discussões de cunho epistemológico.

2.2.2. ABORDAGEM HISTÓRICO-INVESTIGATIVA

A inclusão da HFC no ensino de ciências contribui para o melhor entendimento dos conteúdos, além de revelar como a ciência funciona. Segundo Batista e Silva (2018), o ensino investigativo pode aliar-se a HFC, concebendo a Abordagem Histórico-Investigativa, que possui as mesmas características de uma abordagem investigativa simples, porém apresenta elementos históricos e epistemológicos que potencializam o ensino de ciências.

A Abordagem Histórico-investigativa motiva o ensino de conceitos científicos, não se preocupando, portanto, apenas com os conteúdos, mas também com os processos científicos, procurando fazer com que o aluno se familiarize o máximo possível com o trabalho científico, com a natureza construtiva da ciência e as relações desta com o mundo (PEDUZZI; MARTINS; FERREIRA, 2012).

Em aulas de laboratório tradicionais, o aluno segue um roteiro pronto e elaborado pelo professor, manipula materiais e equipamentos em busca de resultados numéricos. Em atividades histórico-investigativas é esperado que os estudantes se envolvam em uma investigação pela participação ativa, e não apenas desfrutem da experiência (BATISTA, 2018). A mediação do professor é muito importante, pois deve levar os alunos a contextualizar e problematizar uma situação, criarem hipóteses e métodos para resolver o problema.

Batista e Silva (2018) propõem algumas formas de utilização da abordagem histórico-investigativa, apresentadas no quadro 5.

Quadro 5: Formas de utilização da abordagem histórico-investigativa

Narrativas históricas com experimentação	Os alunos, com suas ideias e conhecimentos prévios, interagem com as ideias de narrativa histórica para realizar um experimento. Neste caso, os alunos formulam ideias e hipóteses e testam para comparar com o trabalho original.
Narrativas sobre História da Ciência	Os professores orientam os alunos na narrativa, por meio de um processo de análise crítica para discutir, interagir e questionar sobre a história da ciência apresentada.
Manuscritos e diários de laboratórios de cientistas	Utilizam fontes primárias que podem fornecer uma base confiável para a compreensão da ciência. Esse tipo de abordagem mostra aos alunos que alguns dos questionamentos que eles possuem atualmente sobre determinado problema foram os mesmos ou semelhantes aos dos cientistas. Os experimentos descritos nos diários podem ser realizados pelos estudantes mostrando dificuldades e erros que os cientistas enfrentaram.
Instrumentos e/ou aparados do passado	Reconstrução de experimentos históricos ou experimentação utilizando réplicas de aparatos originais. Essa abordagem fornece aos alunos o entendimento sobre como a construção de um conhecimento científico foi desenvolvido e contextualiza os experimentos, materiais e instrumentos utilizados na época.
Museus e centros de ciências	Conhecendo e explorando experimentos históricos e originais expostos em museus, os alunos exploram e analisam os fenômenos físicos no contexto histórico da época, facilitando uma visão sobre a cultura material da experimentação científica.

Fonte: Batista e Silva (2018)

Apesar das muitas possibilidades do uso da abordagem histórico-investigativa, adotá-la em uma sala de aula não é uma tarefa tão simples. Batista e Silva (2018, p.103) destaca os obstáculos desta abordagem:

[...] o tempo necessário para estudar e compreender uma nova abordagem; o fato de que é preciso desenvolver novas habilidades para atuar como mediador na sala de aula; os professores têm dúvidas sobre o método e insegurança para a inovação que pode estar relacionada com as suas atitudes e crenças sobre o ensino e uso de novas abordagens; também é necessário aprender sobre história da ciência e como buscar novos materiais de ensino, como por exemplo, fontes primárias e secundárias sobre história da ciência.

Parece ser evidente na fala dos autores que as dificuldades são, majoritariamente, oriundas dos professores e a falta de preparação dos mesmos neste tipo de abordagem investigativa é um fator trivial para que o ensino investigativo na sala de aula seja pouco adotado. É necessário também dedicação dos professores na busca por materiais históricos que fomentem o processo de aprendizagem, que não é missão fácil, uma vez que a linguagem dos textos utilizados deve ser acessível e de fácil compreensão para os alunos.

2.3. CONCEPÇÕES INADEQUADAS SOBRE CIÊNCIAS

Nesta seção, apresenta-se as visões inadequadas da ciência, frequentemente presentes em alunos e professores. Inicia-se a sessão discutindo de que maneira essas visões interferem

no ensino de Ciências e como elas costumam surgir nos construtos dos sujeitos. Em seguida, cada visão será abordada de maneira individual, buscando estabelecer relações entre as mesmas.

2.3.1. PANORAMA GERAL SOBRE AS CONCEPÇÕES INADEQUADAS SOBRE CIÊNCIAS

Concepções inadequadas da ciência são muito comuns entre os estudantes de todos os níveis de ensino. Professores têm, mesmo que de maneira inconsciente e não planejada, disseminado uma imagem distorcida da natureza da ciência nas suas aulas. De acordo com os estudos de Teixeira (2000), os professores carregam um estereótipo de que a ciência é um conhecimento fechado, imutável e infalível. Estudantes e professores, juntos, externalizam visões equivocadas, ingênuas e simplistas de Ciência, e possivelmente apresentam uma maior dificuldade para compreendê-la, bem como suas relações e processos (SANTOS J.; SANTOS V., 2017).

Costa et al. (2017) afirmam que um dos motivos para o surgimento desta imagem distorcida da ciência está no fato das aulas de ciências não levarem em consideração aspectos históricos, políticos, culturais e econômicos que fomentem discussões para a melhor compreensão da ciência. Para Loguercio e Del Pino (2006), a formação inicial dos professores tem contribuição significativa para essa problemática, pois fornece uma visão distorcida do conhecimento científico e do trabalho dos cientistas. Segundo Rodrigues et al. (2019), fatores externos à escola também contribuem para a divulgação de uma visão distorcida da ciência, como filmes de ficção científica, desenhos animados, seriados de televisão, entre outras mídias, que propagam imagens distorcidas sem nenhum compromisso em trazer ao público os verdadeiros aspectos científicos e características essenciais da ciência.

O combate e a ruptura destas visões inadequadas são necessários por amplos motivos. Cachapuz et al. (2011) explica que este rompimento é importante para a renovação na educação científica, que por sua vez possibilita a alfabetização científica do indivíduo. Ainda para os autores, visões empobrecidas e distorcidas criam rejeição da ciência por parte dos estudantes, configurando-se num obstáculo de aprendizagem difícil de ser superado. Com isto, o estudo dessas concepções errôneas se transformou em uma linha de pesquisa, como Cachapuz et al. (2011, p.39) afirmam:

O estudo das ditas concepções tem-se convertido, por essa razão, numa potente linha de investigação e tem proposto a necessidade de estabelecer no que se pode compreender como uma imagem basicamente correta sobre a natureza da ciência e da atividade científica, coerente com a epistemologia atual.

Neste contexto, os autores explicam que o estudo das visões inadequadas da ciência vem crescendo ao longo dos anos. Por se multiplicarem as concepções errôneas entre os estudantes

de todos os níveis de ensino, surge a necessidade de buscar estratégias de ensino que visam derrubar tais concepções.

Falar de uma imagem correta da ciência não é uma tarefa tão simples quanto se parece. Cachapuz et al. (2011, p. 39) admitem:

Somos conscientes da dificuldade que implica falar de uma “imagem correta” da atividade científica, que parece sugerir a existência de um suposto método universal, de um modelo único de desenvolvimento científico. É preciso, evitar qualquer interpretação desse tipo, mas não se consegue renunciando a falar das características da atividade científica, mas sim com um esforço consciente para evitar simplismos e deformações claramente contrárias ao que se pode compreender, no sentido amplo, como “aproximação científica do tratamento de problemas”.

Para os autores, uma imagem correta da ciência parece sugerir que exista um método único de se construir ciência, mas não é exatamente isso. Falar de uma imagem correta da ciência exige colocar em discussão as características que marcam a atividade científica, embora se reconheça a dificuldade em abordar tais características.

2.3.2. AS VISÕES INADEQUADAS DA CIÊNCIA

Uma vez reconhecida a complexidade em discutir as características da atividade científica, os autores Gil-Perez et al. (2001) e Cachapuz et al. (2011) propõem a discussão por uma via negativa, ou seja, o que não se caracteriza atividade científica. Para isso, eles citam sete visões inadequadas da ciência, que para os mesmos, são comuns entre alunos e professores.

A primeira visão discutida pelos autores é a visão **descontextualizada** da ciência que implica em atribuir um caráter socialmente neutro da atividade científica. Esta visão proporciona uma imagem deformada dos cientistas como seres “acima do bem e do mal”, fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções (GIL-PEREZ et al.,2001). A ciência não é neutra e não pode fechar seus olhos para as problemáticas do mundo, e que as ações oriundas dos cientistas não causam impactos sociais, econômicos e ambientais para a humanidade.

Interligada com a visão descontextualizada, a visão **elitista e individualista** da ciência traz uma série de estereótipos para os cientistas. Trata-se de uma visão que se conecta com a que contempla aos cientistas como seres especiais, gênios solitários, que falam uma linguagem abstrata, de difícil acesso (CACHAPUZ et al.,2011). É a imagem de um cientista de jaleco, antissocial que faz ciência apenas na espera de um descobrimento. A história da ciência nos mostra que a construção da ciência não se dá por meio de um único sujeito, mas de um trabalho coletivo de cientistas. Costa et al. (2017) adverte que esta visão é uma das que mais contribui para o afastamento dos estudantes da ciência, por acreditarem que o cientista é um sujeito dotado de “super conhecimentos”, sentindo-se incapazes de seguir carreira nas ciências.

Uma visão ingênua amplamente difundida é a visão **empírico-indutivista e ateórica**. Esta visão parte do princípio de que a ciência é construída por uma observação e experimentação neutra, esquecendo o papel essencial das hipóteses como focalizadoras da investigação e dos corpos coerentes de conhecimentos (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo (CACHAPUZ et al.,2011). Chalmers (1993) adverte que o método empírico-indutivista propicia a disseminação de uma concepção simplista da observação científica, como se uma lei da natureza fosse deduzida apenas por experimentos que a comprovasse, descartando o papel dos aportes teóricos que precedem uma observação.

Alinhada na visão empírico-indutivista e ateórica, muitos têm a ideia de que o trabalho científico é regido por um método rígido e infalível. Uma visão **rígida, algorítmica e infalível** atribui ao método científico como sendo uma receita para a construção de uma ciência impecável, livres de falhas e com altíssimo grau de exatidão em seus resultados. Segundo Gil-Perez et al. (2001), esta maneira distorcida de olhar o trabalho científico ignora o caráter criativo e tentativo do cientista, nega a existência de dúvidas por parte do mesmo e diverge do pluralismo metodológico, que é uma característica.

Existem visões da ciência que induzem os professores a transmitir aos seus alunos uma ciência pronta e acabada. Gil-Perez et al.(2001) chama essa visão de **aproblemática e ahistórica**, que conduz muito a frequentemente a ignorar quais foram os problemas que se pretendiam resolver, as dificuldades encontradas etc., e mais ainda, a não ter em conta as limitações do conhecimento científico atual ou as perspectivas abertas (CACHAPUZ et al, 2011) e considerar o trabalho científico como aproblemático vai de encontro com o que Bachelard (1996) afirma, que todo conhecimento é a resposta a uma questão, um problema.

A visão aproblemática e ahistórica contribui para o surgimento de duas outras concepções ingênuas do trabalho científico. Uma delas, Cachapuz et al. (2011) nomeia de visão **exclusivamente analítica** da ciência. Pautada na simplificação e no controle rigoroso de condições preestabelecidas que afastam o processo científico da realidade (COSTA et al.,2017), esta visão ignora algumas características da situação estudada. Esta visão ignora que a ciência é construída por meio de diversos campos do saber. Um exemplo interessante é a tabela periódica, que nada mais é do que a reunião de elementos químicos descobertos por diversos cientistas de diferentes épocas.

Outra visão consiste em acreditar que a ciência está sempre no sentido de uma evolução linear, desconsiderando as crises que ocorreram na história da ciência, ou seja, uma visão **linear e acumulativa** da ciência é uma interpretação simplista da evolução dos conhecimentos científicos ao longo do tempo, como fruto do conjunto de investigações realizadas em

determinado campo (CACHAPUZ et al., 2011). É como se a ciência fosse uma mesa em que apenas empilhamos o conhecimento científico. Esta visão não mostra as constantes confrontações entre teorias rivais e nem as mudanças radicais da ciência.

3. QUESTÃO DA PESQUISA E OBJETIVOS

Esta pequena seção expõe a questão norteadora que motivou o desenvolvimento desta pesquisa, bem como o objetivo geral e os objetivos específicos que buscaram responder a tal questão.

3.1. QUESTÃO NORTEADORA

De que maneira a abordagem histórico-investigativa pode contribuir na mudança de concepções sobre ciência?

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. OBJETIVO GERAL

Investigar as potencialidades da abordagem histórico-investigativa, a partir de um episódio da história da química, na mudança das concepções sobre ciências de alunos de licenciatura em química de uma universidade pública do Amazonas.

3.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as concepções sobre ciências de alunos de Licenciatura em Química.
- Verificar quais concepções inadequadas sobre ciências podem ser superadas, utilizando a abordagem histórico-investigativa.
- Identificar quais etapas da abordagem histórico-investigativa mais contribuem para a superação das concepções inadequadas sobre ciências.

4. PERCURSO METODOLÓGICO

Nesta seção, são apresentados todos os procedimentos e percursos metodológicos que direcionaram esta pesquisa, bem como os instrumentos de coleta de dados e o recurso metodológico para análise destes dados coletados durante a aplicação da pesquisa.

4.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa tem enfoque de uma abordagem do tipo qualitativa, pois de acordo com Goldenberg (1997), a pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc. A pesquisa qualitativa trabalha com um universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (MINAYO, 2007).

Quanto aos objetivos, a pesquisa está classificada em pesquisa exploratória. Este tipo de pesquisa tem por principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudo posterior (GIL, 2008).

4.2. SUJEITOS DA PESQUISA

Os sujeitos da pesquisa foram alunos convidados de graduação em Licenciatura em química, regularmente matriculados em uma universidade pública situada na região norte, com idade a partir dos dezoito anos. Como pré-requisito para a participação na pesquisa, os graduandos teriam que ter cursado ou estar cursando a disciplina de História da Química no momento em que a pesquisa foi realizada, independente do período em que eles se encontram. Este requisito é importante, pois a pesquisa abordou aspectos da história da química para um viés epistemológico.

Não participaram desta pesquisa aqueles alunos regularmente matriculados no curso de licenciatura em química que se recusaram a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice X), elaborado pelo pesquisador, pois a assinatura deste documento é indispensável para que os alunos participem de todas as atividades da pesquisa. Alunos de outros cursos, que cursaram disciplinas na licenciatura em química como disciplinas optativas, também foram excluídos da pesquisa.

É importante ressaltar que, por questões éticas, não se deve revelar o nome de nenhum participante da pesquisa, ainda que os mesmos sejam maiores de idade. Portanto, na análise e

discussão dos resultados da pesquisa, os alunos participantes foram codificados com a letra A, seguido de um número, como por exemplo A-1, A-2, A-3... e assim por diante, e os grupos formados durante as atividades foram codificados com a letra G, seguida de um número, como por exemplo G-1, G-2, G-3... e assim por diante. Essa forma de identificação assegurou o direito que os alunos possuem de manter sua identidade em sigilo.

4.3. LOCAL DA PESQUISA

As atividades desenvolveram-se na sala 102 do Instituto de Ciências Exatas – ICE da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, campus Manaus, entre o período do dia 01 a 15 de outubro de 2022. Seguiu-se os trâmites legais para uso das dependências da universidade, com pedido de autorização e agendamento da sala com antecedência.

As aplicações ocorreram durante o recesso escolar da universidade, período de maior disponibilidade dos participantes, sem o comprometimento das atividades acadêmicas dos mesmos. Escolheu-se as dependências da UFAM (Figura 1) devido aos participantes da pesquisa serem licenciandos devidamente matriculados da instituição e estarem familiarizados com o local.

Figura 1: Entrada da Universidade Federal do Amazonas – UFAM (Campus Manaus)



Fonte: Próprio autor (2022)

4.4. CRITÉRIOS ÉTICOS DA PESQUISA

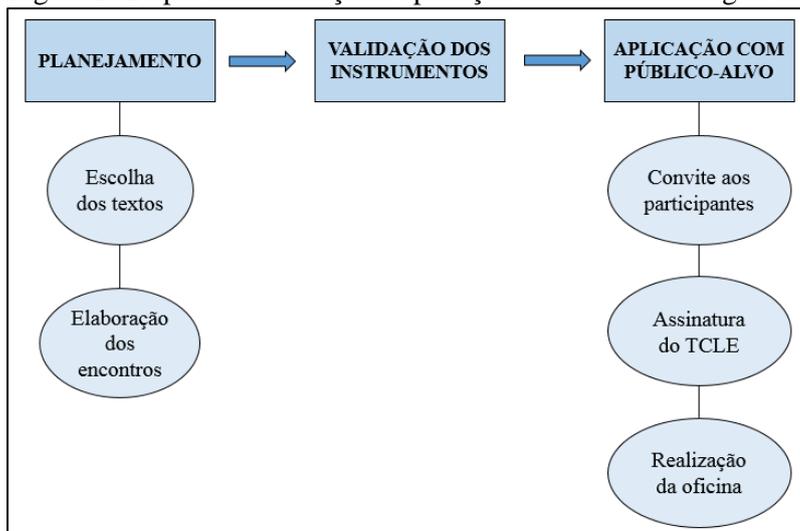
A pesquisa incluiu atividades envolvendo seres humanos, e por mais simples que sejam, e seus riscos aos participantes, precisou-se submetê-lo à aprovação no Conselho de Ética em Pesquisa-CEP/CONEP. A submissão foi realizada por meio da Plataforma Brasil, e seguiu-se rigorosamente as etapas exigidas pela plataforma, com preenchimento de formulários e envio de documentos referentes à pesquisa. Após a análise da equipe de pareceristas responsáveis, o projeto passou por correções para se adequar às exigências do CEP/CONEP, até sua aprovação

em 19/03/2022. As informações que tangem a aprovação do projeto se encontram no Parecer Consubstanciado do CEP (Anexo 1).

4.5. ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE OFICINA INVESTIGATIVA

Descrevem-se aqui todas as etapas que concernem a oficina investigativa, desde de seu planejamento, elaboração, teste dos instrumentos de coleta até a aplicação da oficina com o público alvo. A figura 2 apresenta um resumo deste percurso.

Figura 2: Etapas da elaboração e aplicação da oficina investigativa.



Fonte: Próprio autor (2022)

As etapas do percurso exibido na figura anterior serão descritas mais detalhadamente nas próximas seções deste trabalho.

4.5.1. PLANEJAMENTO

Ao iniciar o planejamento do projeto, o mundo vivia o drama da pandemia da COVID-19, que infelizmente, dizimou muitas vidas, inclusive no Brasil. O clima era de muitas incertezas, pois as medidas de restrição de pessoas estavam a todo vapor e não havia previsão para o fim do isolamento social. O acesso às dependências da universidade passou a ser restrito e as salas de aula ainda estavam em processo de adaptação à realidade pandêmica.

Portanto, o planejamento foi realizado seguindo os protocolos de segurança, estabelecidos pelas agências de saúde do país. O maior impacto da pandemia no projeto foi a limitação do número de participantes, que precisou ser reduzido, para evitar aglomerações e consequentemente a propagação do vírus.

A primeira etapa de execução do projeto consiste no planejamento das atividades investigativas. Para Carvalho (2013), é uma etapa muito importante no ensino investigativo,

pois é o momento onde o professor irá elaborar o problema proposto aos alunos e o grau de liberdade da investigação.

Escolheu-se primeiramente um tema dentro da química para ser o fio condutor da investigação. Como a proposta é discutir visões sobre ciências, a investigação deveria levar a um viés mais epistemológico do que conceitual. Neste sentido, optou-se pela Teoria do Flogisto o tema da história da química que fomentou as investigações.

Ao todo, foram planejadas quatro atividades investigativas, na qual cada uma delas foi atribuída um título dentro da Teoria do Flogisto (quadro 6). Definiu-se também o grau de liberdade das atividades, de acordo com os pressupostos metodológicos da abordagem investigativa proposta por Carvalho (2018) para investigações teóricas.

Quadro 6: Tema das atividades investigativas e seus respectivos graus de liberdade.

Atividade	Título	Grau de Abertura
Nº 1	A Teoria do Flogisto	3
Nº 2	O experimento de Lavoisier	3
Nº 3	Quem descobriu o oxigênio?	4
Nº 4	Lavoisier, o pai da química moderna?	4

Fonte: próprio autor (2022)

Nesta etapa também foi definido o problema de cada investigação. Contudo, elaborar problemas que visam alcançar objetivos epistêmicos e sociais da construção do conhecimento não é tão simples e mostrou-se dispendiosa. Estas problematizações são difíceis, pois são organizadas justamente para alcançar as visões epistemológicas e sociais da construção do conhecimento científico (CARVALHO, 2018).

Para cada investigação, escolheu-se textos oriundos de artigos científicos e livros de história da ciência. Por meio deles, os participantes teriam que solucionar o problema proposto na atividade. Para as atividades 1 e 2, escolheu-se apenas um texto cada (nível 3 de abertura), e para as atividades 3 e 4, foram escolhidos entre três e quatro textos cada investigação, pois umas das atribuições dos participantes era escolher quais os melhores textos que explicam o problema da atividade. (pois as atividades 3 e 4 têm nível de abertura 4, onde o estudante deve escolher o texto histórico). O título das obras utilizadas nas investigações e seus respectivos autores se encontram no quadro 7 abaixo:

Quadro 7: Título das obras utilizadas nas atividades investigativas.

Atividade	Título da obra	Autor(es)
1	O episódio histórico das teorias do flogisto e calorífico: criando interfaces entre a História e Filosofia das Ciências e o Ensino de Química na busca pela humanização do trabalho científico. p. 155-170.	Letícia do Prado/ Marcelo C.Carneiro

2	O Flogisto na Gênese das Teorias de Lavoisier. p. 9-14	Beatris L.A. Magalhães/ A.M. Amorim da Costa.
3	Uma história da ciência. p. 67-73.	Michael Mosley/ John Lynch
3	História da Química. p. 5-2	Luiz S. das Neves /Robson F. de Farias
3	Haja Luz: uma história da química através de tudo. p. 171-175.	Jorge Calado
3	História da Química. p. 41-44.	Bernard Vidal
4	Alquimistas e químicos: o passado, o presente e o futuro. p.40-41.	José A. Vanin
4	Tio Tungstênio: memórias de uma infância química. p. 21-33.	Oliver Sacks
4	Lavoisier e a influência nos estilos de pensamento químico. p.21-26.	Marcelo Lambach/ Carlos A. Marques

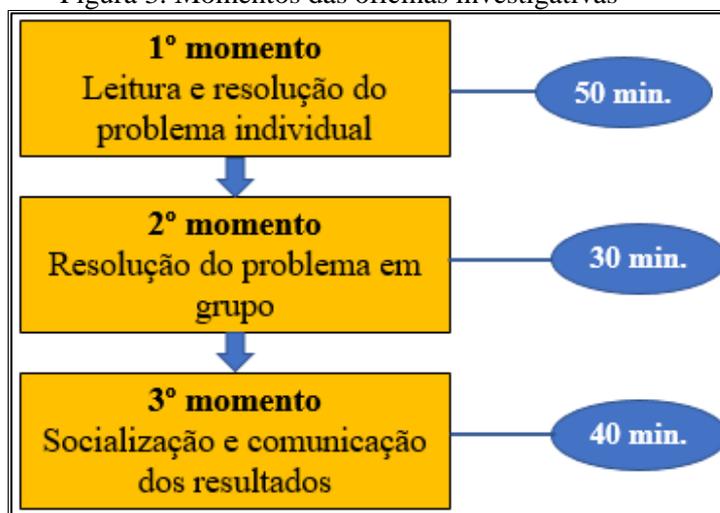
Fonte: próprio autor (2022)

Os critérios utilizados para a seleção dos textos mencionados no quadro 7 foi a linguagem simples e a acessibilidade dos mesmos. Durante a busca por materiais que exploram minuciosamente o episódio do flogisto, houve certa dificuldade, pois muitos são encontrados apenas em livros de história da ciência, sendo alguns possuindo linguagem bastante técnica. Contudo, há uma disponibilidade razoável de artigos que fazem menção do episódio, ou contam parcialmente os seus desfechos.

4.5.2. DINÂMICA DA OFICINA

Sobre a dinâmica de funcionamento de cada encontro da oficina investigativa, dividiu-se em três momentos: o momento da leitura e resolução do problema individual, o momento da resolução do problema em grupo e a socialização e comunicação dos resultados obtidos por cada equipe. Esta sequência seguiu-se em todas as quatro atividades investigativas. A figura 3 mostra um resumo da dinâmica das oficinas investigativas realizadas na pesquisa e a duração de cada momento.

Figura 3: Momentos das oficinas investigativas



Fonte: próprio autor (2022)

O primeiro momento consistiu em uma leitura individual dos textos, disponibilizados com pelo menos três dias de antecedência, e posteriormente a resolução do problema proposto na folha de atividade, disponibilizada para os participantes no início de cada encontro. Para os encontros 3 e 4, este momento incluiu a escolha dos textos pelos participantes. A duração deste momento foi por volta de 50 minutos.

O momento seguinte consistiu em organizar os participantes em equipes e discutir os resultados, a fim de cada integrante compartilhe com o grupo a sua resolução. Eles deveriam entrar em consenso, e elaborar uma resolução do problema proposto que representaria a equipe no momento seguinte. Ao registrar as respostas da equipe, escolheu-se apenas uma folha de atividade, dentre as disponíveis no grupo. A duração deste momento foi em torno de 30 minutos.

O terceiro momento foi a socialização das resoluções obtidas, onde cada grupo comunica os seus resultados. Esta comunicação se deu oralmente, e cada participante tinha liberdade para expressar suas impressões sobre os textos lidos e compartilhar o que foi discutido em grupo. Este momento se deu por volta de 40 minutos.

4.5.3. VALIDAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os trâmites para a realização da oficina-teste investigativa (Figura 4) e de seus instrumentos de coleta de dados para a sua validação ocorreram entre os meses de junho e julho de 2022, iniciando com o convite a alguns licenciandos de Química da UFAM, que não fazem parte do público-alvo da pesquisa. O objetivo do teste era verificar a eficiência dos instrumentos de coleta, identificar possíveis erros na elaboração dos momentos da oficina e testar os equipamentos de gravação das falas, verificando a qualidade dos áudios por eles coletados.

Figura 4: Momento da leitura individual da oficina-teste.



Fonte: Próprio autor (2022)

Devido a dificuldades em angariar voluntários, participaram a convite do pesquisador 2 licenciandos em química, finalistas do Instituto Federal do Amazonas – IFAM, a fim de compor o grupo de participantes. Ao todo a oficina-teste ocorreu com 5 participantes, sendo os outros 3, entre licenciandos e bacharelados em química da UFAM. Escolheu-se duas das quatro atividades investigativas planejadas para a submissão dos testes (atividade N°1 e N°3).

Sobre o teste da entrevista, ela foi realizada no mês de julho de 2022 e contou com 2 dos 5 licenciandos voluntários que participaram da oficina-teste para responder a um roteiro de entrevistas (Apêndice D), com perguntas relacionadas à oficina. O objetivo era testar o instrumento para identificar possíveis erros na elaboração das perguntas por intermédio das respostas dos entrevistados, reformulando ou excluindo questões. O item 4.6.3. apresenta detalhes deste roteiro semiestruturado.

4.5.4. REALIZAÇÃO DA OFICINA

A aplicação da oficina investigativa se deu no mês de outubro de 2022, conciliando com o período de recesso na UFAM. O convite ao público alvo ocorreu um mês antes e houve baixa adesão, pois apenas 8 licenciandos em química se voluntariaram a participar das atividades. Após cada um assinar o TCLE, concordando com os termos e condições da pesquisa, iniciou-se um diálogo entre eles para determinar dias e horários para a execução das atividades. Por unanimidade, foi acordado que os encontros seriam no turno vespertino, sempre no horário das 14 horas, duas vezes por semana (quarta-feira e sexta-feira) na sala 102 do ICE-UFAM.

Devido ao baixo número de voluntários, não foi possível a divisão da turma em equipes de quatro pessoas, como havia-se planejado. Ao invés disso, optou-se pela formação de duplas, que se mantiveram durante todos os encontros. Antes de cada encontro, foram disponibilizados com três dias de antecedência os textos utilizados para as atividades investigativas para que os participantes chegassem aos encontros com uma breve leitura feita.

No primeiro encontro, os minutos iniciais foram gastos para explicar o funcionamento e dinâmica da oficina investigativa, e dúvidas puderam ser sanadas neste momento. A partir do segundo encontro, as atividades já iniciavam com os participantes fazendo a leitura dos textos e resolução individual do problema.

Ao início dos encontros, foi distribuída a folha de atividades a cada participante, onde seguiram rigorosamente as suas instruções. Seguiu-se todos os momentos da oficina investigativa, descritos no item 4.5.2. e deixou-se que estivessem bem à vontade para executarem as atividades, sempre com a tutoria do pesquisador, que acompanhava o

desenvolvimento da oficina. A figura 5 apresenta o momento de um dos encontros onde os participantes fizeram a leitura individual dos textos.

As discussões em dupla (Figura 5) se mostraram bastante produtivas, com a presença de alguns debates acalorados. Contudo, a postura dos participantes sempre foi de respeito e compreensão à opinião do parceiro.

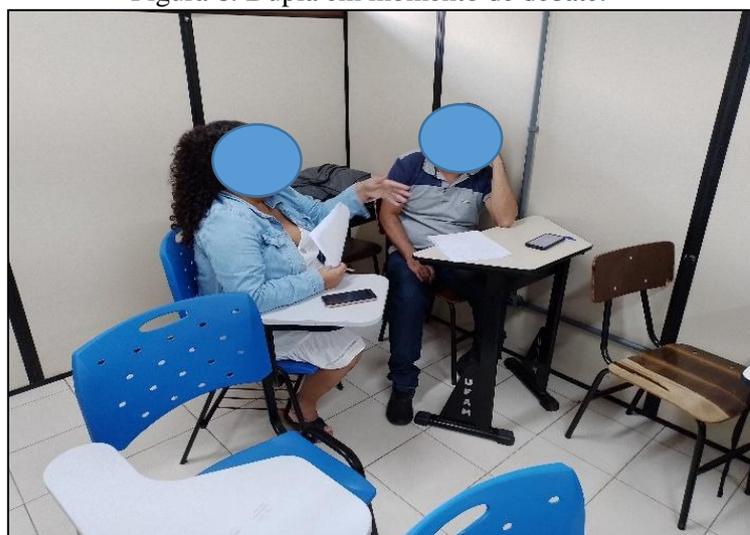
Figura 5: Momento da leitura e resolução do problema individual.



Fonte: Próprio autor (2022)

As discussões em dupla (Figura 4) se mostraram bastante produtivas, com a presença de alguns debates acalorados. Contudo, a postura dos participantes sempre foi de respeito e compreensão à opinião do parceiro.

Figura 6: Dupla em momento de debate.



Fonte: Próprio autor (2022)

O momento da comunicação dos resultados ocorreu de forma organizada, de tal maneira que cada grupo teve sua oportunidade de explicar a resolução do problema proposto, descrevendo os caminhos que levaram ao resultado obtido. Foram momentos de troca de experiências, onde os participantes puderam refletir sobre a atividade desenvolvida.

4.5.5 APLICAÇÃO DA ENTREVISTA

A entrevista foi a última etapa da coleta de dados desta pesquisa, e foram realizadas após o término da oficina. Os participantes selecionados foram contatados pelo pesquisador, que combinou individualmente com cada um deles o dia, horário e local para a execução da entrevista.

Dos 8 licenciandos que participaram da oficina investigativa, foram selecionados 5 para participar da entrevista e o critério de escolha se deu pela assiduidade nas atividades da oficina, ou seja, aqueles que participaram de pelo menos três dos quatro encontros na oficina investigativa. O local escolhido para a entrevista foi as dependências da Universidade Federal do Amazonas – UFAM. A gravação das falas dos entrevistados ocorreu em um smartphone de propriedade do pesquisador, transcritos e posteriormente analisados por meio da Análise Textual Discursiva.

Antes de iniciar o ciclo de perguntas, foram lançadas perguntas informais, que não faziam parte do roteiro semiestruturado, a fim de deixar o ambiente mais acolhedor e o entrevistado mais à vontade. No decorrer da entrevista, buscou-se deixar o entrevistado mais confortável possível para responder de forma efetiva todas as perguntas do pesquisador. O mesmo tinha o tempo que precisasse para pensar nas respostas e evitou-se apressamentos.

4.6. INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Descrevem-se nesta seção, detalhes sobre os instrumentos utilizados para a coleta de dados desta pesquisa, os seus objetivos e respectivos códigos adotados.

4.6.1. FOLHAS DE ATIVIDADES DA OFICINA

Este instrumento consiste no roteiro seguido pelos participantes durante toda a oficina investigativa, que foi disponibilizado sempre no início de cada atividade. O objetivo deste instrumento é coletar as impressões que os participantes têm sobre os aspectos da ciência.

Este roteiro continha uma breve introdução e do assunto abordado na atividade, descrevendo o contexto histórico do episódio da história da química. Em seguida, é apresentado o problema, que por meio da leitura dos textos os participantes deveriam buscar meios de solucioná-lo.

Na folha de atividade (Apêndice B) havia dois campos a serem preenchidos pelos participantes: o registro individual, na qual os mesmos registram suas soluções pensadas individualmente e o registro em equipe, onde os participantes registram as soluções discutidas e elaboradas em consenso com seus membros. Ao fim das atividades, o pesquisador recolheu as mesmas para a análise dos escritos dos participantes.

Para a análise e discussão dos dados coletados por este instrumento, decidiu-se codificá-lo, a fim de facilitar a identificação das falas durante o diálogo dos resultados. Atribuiu-se o código FA, seguido de um número que corresponde à ordem da atividade, por exemplo FA-1, FA-2... e assim sucessivamente.

4.6.2. DISCUSSÕES EM GRUPO

As discussões em grupo foram as que mais geraram dados entre os instrumentos de coleta utilizados na pesquisa, pois trata-se de uma coleta livre com todos os diálogos presentes entre eles. O objetivo deste instrumento era coletar informações sobre as concepções de ciência durante estes debates internos nos grupos e também durante a socialização das respostas obtidas por eles.

A gravação dessas discussões se deu da seguinte forma: selecionou-se um membro de cada equipe, e com o gravador de áudio do seu smartphone, realizou-se a gravação dos diálogos dentro da sua equipe. Ao fim de cada atividade, estes materiais eram repassados ao pesquisador para posterior transcrição. Os diálogos dos momentos da socialização foram coletados pelo smartphone do próprio pesquisador e transcritos em seguida.

A transcrição destes áudios se deu de forma muito onerosa, pois alguns áudios saíram com um baixo volume, dificultando a compreensão de certos diálogos. Também não foi utilizado nenhum software específico para a transcrição dos áudios, pois a mesma ocorreu de forma manual, reproduzindo-os várias vezes a fim de . Esta etapa foi a que demandou maior tempo devido a estas dificuldades.

Para a análise e discussão dos dados coletados por este instrumento, codificou-se o mesmo para facilitar o diálogo entre as falas dos participantes e os autores utilizados. Atribuiu-se a este instrumento o código D (referente a discussão), seguido de um número que representa a atividade na qual foi coletado os dados, por exemplo D.1, D.2, D.3... e assim sucessivamente.

4.6.3. ENTREVISTA

De acordo com Gil (2008), uma entrevista pode ser definida como uma técnica em que o pesquisador se apresenta frente a frente ao entrevistado e lhe formula perguntas, com objetivo de coletar informações de interesse da pesquisa.

Por sua flexibilidade é adotada como técnica fundamental de investigação nos mais diversos campos e pode-se afirmar que parte importante do desenvolvimento das ciências sociais nas últimas décadas foi obtida graças à sua aplicação (GIL,2008).

O roteiro semiestruturado desta entrevista, elaborado pelo pesquisador, se encontra no apêndice C, desta obra e tinha como objetivo investigar as concepções dos participantes sobre aspectos da ciência após a realização da oficina. O instrumento foi dividido em dois blocos. O primeiro bloco, intitulado Bloco A, continha 7 perguntas relacionadas às atividades investigativas realizadas na oficina. O segundo bloco, denominado Bloco B, com 5 perguntas, visou extrair dos licenciandos participantes quais as suas concepções sobre ciências, a fim de verificar se essas concepções têm influência direta da oficina.

Para a análise e discussão dos dados coletados por este instrumento, codificou-se este instrumento para facilitar o diálogo entre as falas dos participantes e os autores utilizados. Atribuiu-se o código E, seguido pela letra Q (referente a pergunta) e um número, que expressa a questão da qual se retirou a fala, por exemplo EQ.1, EQ.2, EQ.3... e assim sucessivamente.

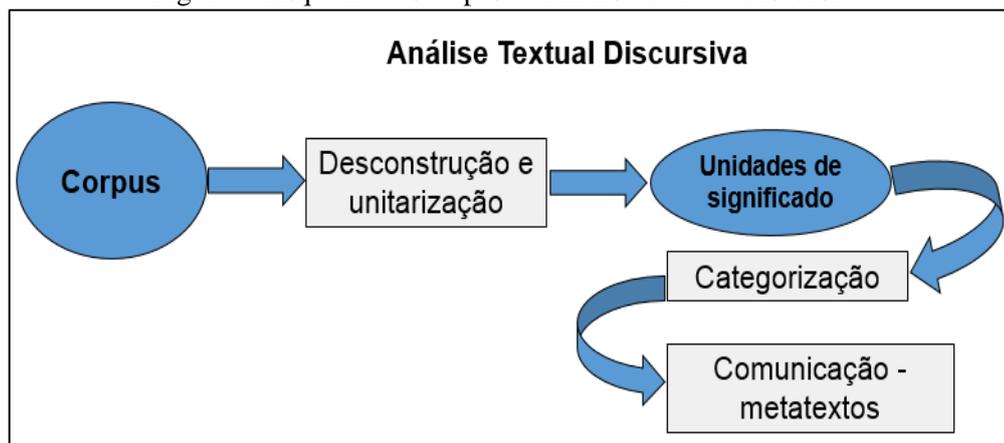
4.7. ANÁLISE DE DADOS

Para Moraes e Galiazzi (2008), a etapa da análise de dados constitui um momento de muita importância na pesquisa, principalmente para aquelas classificadas como pesquisa qualitativa. Pesquisas qualitativas têm cada vez mais se utilizado de análises textuais. Seja partindo de textos já existentes, seja produzindo o material de análise a partir de entrevistas e observações, a pesquisa qualitativa pretende aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga a partir de uma análise rigorosa e criteriosa desse tipo de informação.

O método de análise adotado para o tratamento e análise de dados desta pesquisa é conhecido com Análise Textual Discursiva (ATD). A ATD é uma combinação de duas formas de análise de dados bastante utilizada nas pesquisas qualitativas, a análise de conteúdo e a análise de discurso. De acordo com Moraes (2003), toda análise textual constitui um conjunto de dados denominado corpus.

Esse conjunto representa as informações da pesquisa e para a obtenção de resultados válidos e confiáveis, requer uma seleção e delimitação rigorosa. Seguidamente não trabalhamos com todo o corpus, mas é necessário definir uma amostra a partir de um conjunto maior de textos (MORAES, 2003). A partir da coleta do corpus, inicia-se as etapas da ATD (figura 7).

Figura 7: Esquema das etapas da Análise Textual Discursiva.



Fonte: Adaptado de Moraes e Galiazzi (2008)

A análise textual discursiva inicia com um processo de desconstrução e unitarização, em que os textos são separados em unidades de significado (MORAES; GALIAZZI, 2008). Para Moraes (2003), essas unidades de significados são determinadas em função de um sentido relacionado aos objetivos da pesquisa.

Posteriormente, estas unidades de significados passam por um processo de comparação, categorizando-as, podendo gerar vários níveis de categorias de análise. A categorização é um processo de comparação constante entre as unidades definidas no processo inicial da análise, levando a agrupamentos de elementos semelhantes. Os conjuntos de elementos de significação próximos constituem as categorias (MORAES, 2003). Dependendo do objetivo da pesquisa, as categorias podem apresentar categorias emergentes (subcategorias), que ajudam a responder as perguntas norteadoras.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, serão apresentados os resultados e discussões, obtidos por meio dos instrumentos de coleta de dados. Incluem-se nesta seção uma breve descrição do perfil dos participantes, a análise de aspectos da abordagem histórico-investigativa, a etapa de categorização das unidades de significado oriunda do corpus dos dados e a análise dos aspectos das visões inadequadas apresentadas pelos participantes.

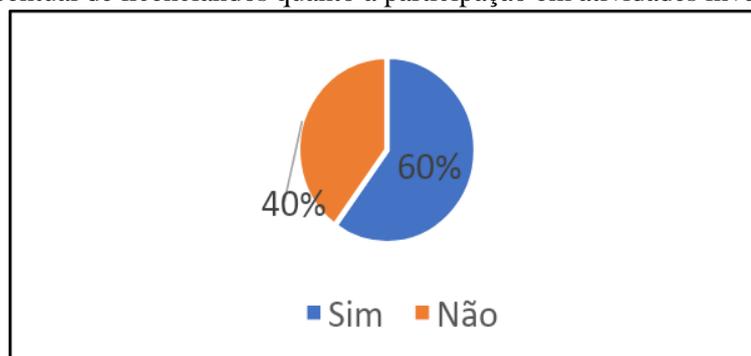
5.1. PERFIL DOS PARTICIPANTES

Neste estudo participaram efetivamente 8 licenciandos em química, que não faltaram a nenhum encontro da oficina, sendo 3 homens e 5 mulheres, de idade entre 22 a 34 anos. Deste total, 4 estavam no 7º período da graduação, sendo os outros 4 licenciandos eram finalistas do curso. De acordo com esse perfil, todos já haviam concluído disciplinas básicas de química e pedagógicas, possibilitando que os mesmos tivessem durante a oficina um senso crítico mais desenvolvido.

Dos 8 participantes da oficina, 4 tiveram envolvimento com programas de formação inicial de professores, seja no PIBID ou na Residência Pedagógica – RP. Os demais licenciandos participaram de programas de inicialização científica como o PIBIC, dentre estes, 3 tiveram projetos relacionados à educação e apenas 1 foi ligado à química pura. Este perfil mostra que a grande maioria dos licenciandos atuam em projetos que têm relação com a docência, possibilitando que os mesmos trouxessem suas experiências desses projetos para a oficina.

Sobre a experiência dos licenciandos em atividades investigativas, dos 5 licenciandos entrevistados no final da oficina, 3 afirmaram que já haviam tido contato com este tipo de metodologia antes da participação da oficina e 2 nunca participaram de atividades investigativas durante seu curso. A Figura 8 apresenta o percentual de licenciandos entrevistados que possuem ou não experiência em atividades investigativas.

Figura 8: Percentual de licenciandos quanto a participação em atividades investigativas.



Fonte: Próprio autor (2022)

Destaque para a licencianda A-2, que em sua entrevista, declarou que seu maior contato com a metodologia investigativa tem sido em seu trabalho de conclusão de curso:

“Sim já tinha trabalho, inclusive meu trabalho de pesquisa é relacionado a metodologia investigativa, e é uma metodologia bem interessante, no meu ponto de vista.” (A-2; EQ.1)

Percebe-se que, conforme cita Carvalho (2013) a metodologia investigativa vem se difundindo ao longo dos anos, sendo tema de variadas pesquisas na área da educação, mostrando ser uma importante metodologia facilitadora da aprendizagem.

5.2. ANÁLISE DE ASPECTOS DA ABORDAGEM HISTÓRICO-INVESTIGATIVA

A análise da metodologia histórico-investigativa desenvolvida na pesquisa se deu dividindo-a em três aspectos: as dificuldades enfrentadas pelos participantes, os textos utilizados nas investigações e o trabalho em equipe. O instrumento de coleta utilizado na análise desses aspectos foi o roteiro de entrevista, realizado com 5 participantes.

5.2.1. DIFICULDADE DOS PARTICIPANTES

De acordo com os dados coletados da questão 02 do roteiro de entrevista, foi possível destacar algumas dificuldades que os mesmos enfrentaram durante as atividades investigativas propostas na pesquisa. Tais dificuldades e o número de participantes que apresentaram são mostrados no quadro 8.

Quadro 8: Tipos de dificuldades encontradas pelos participantes.

Tipo de dificuldade	Nº de participantes
Interpretação do problema	1
Compreensão sobre a Teoria do flogisto	3
Tempo da atividade	2

Fonte: Próprio autor (2023)

No quadro acima, o número de dificuldades é superior ao número de participantes da entrevista. Isso se deu devido a um dos participantes mencionar mais de uma dificuldade na questão 02. Contudo, todos os participantes da pesquisa confessaram ter tido pelo menos uma dificuldade das apresentadas no quadro acima. Sobre a dificuldade na interpretação do problema proposto nas folhas de atividade, destaca-se o excerto do participante A-8:

[...] a maior dificuldade que encontrei foi **na interpretação e solução do problema a ser investigado**. Porque pra fazer uma investigação de um assunto precisa de muitas etapas, e você tem que estar determinado pra cumprir aquelas missões pra saber quais ocorrência de determinados fenômenos (A-8; G-4; EQ.02, grifo nosso).

De acordo com Zômpero e Laburú (2011) um bom problema é aquele que estimula a curiosidade científica do estudante. Contudo, problemas cujo o objetivo é a compreensão da

natureza da ciência não são tão simples de serem interpretados. Essas problematizações são difíceis, pois são organizadas justamente para alcançar as visões epistemológicas e sociais da construção do conhecimento científico (CARVALHO, 2018).

Algumas dificuldades têm relação com o próprio tema abordado nas investigações, no caso, a Teoria do Flogisto. Sobre este aspecto, destacamos os excertos dos participante A-3 e A-5:

A principal dificuldade foi de entender a teoria do flogisto em si, pois nunca tive contato. Até eu entender ali a questão das leituras, teve umas leituras mais fáceis e outras mais difíceis, que fizeram assim a diferença (A-3; G-2; EQ.2, grifo nosso).

Acho que a **questão da interpretação do tema do flogisto**, porque uma hora eu interpretava uma coisa, aí quando a outra pessoa falava ah é assim, aí eu olhava de outra maneira. Aí o conhecimento se expandia, ah posso olhar com essa visão (A-5; G-3; EQ.2, grifo nosso).

No excerto de A-3, destaca-se o fato da participante nunca ter lido materiais sobre a teoria do flogisto. Esta situação é compreensível se considerarmos que os manuais da atualidade pouco dão importância para esse episódio histórico, atribuindo mais significado a lei da conservação das massas de Lavoisier que em sua essência era tratada pelo próprio como axioma (PRADO; CARNEIRO, 2018).

Para a dificuldade da participante A-5, pode-se estimar que a razão seja a própria natureza do episódio histórico, uma vez que possui uma coleção de textos, cujas linguagens variam de autor para autor, sendo algumas muito técnicas e com expressões pouco comuns para os participantes. Contudo, esse aspecto dos textos históricos é discutido separadamente nesta obra.

Alguns participantes, como A-1 e A-2, mencionaram na entrevista que tiveram problemas com o tempo da atividade, que na concepção deles, era muito curto para o desenvolvimento das atividades investigativas propostas.

[...] **o tempo foi uma das principais dificuldades**, porque quando eu tava começando a entender os textos, já tinha que começar a responder e não queria deixar nenhuma pergunta em branco (A-1; G-1; EQ.2, grifo nosso).

[...] tive dificuldade de talvez interpretar os fatos de pensar, de pensar, de encaixar a história da química e a visão que a gente tem sobre ciência e **o tempo que pra mim foi muito insuficiente** e por pouco não conseguimos finalizar as atividades (A-2; G-1; EQ.2).

De certa forma, esta dificuldade mencionada pelos participantes já era esperada. Montanini et al. (2018), em um estudo bibliográfico sobre aplicações da metodologia investigativa afirma que o tempo é um dos grandes empecilhos para a sua utilização em sala de aula. Fatores muitas vezes alheios ao professor potencializam esta dificuldade, como por exemplo, a obrigatoriedade no cumprimento de um cronograma de conteúdo a serem

ministrados ao longo do ano, a duração de um tempo de aula em uma escola de ensino regular, entre outras.

5.2.2. TEXTOS HISTÓRICOS

Silva et al. (2014) apontam os textos históricos como uma ferramenta didática cuja finalidade de inserir conceitos científicos e discutir aspectos da Natureza da Ciência. Nesta pesquisa, considera-se um texto histórico aquele que narra os fatos da Teoria do Flogisto e seus desfechos.

Este aspecto da abordagem investigativa utilizada na pesquisa foi analisado com base no depoimento dos participantes na pergunta nº3 do bloco 1 do roteiro de entrevista. Foi perguntado aos participantes sobre o que eles achavam dos textos utilizados nas atividades investigativas. O quadro 9 apresenta a compreensão dos textos e o número de participantes.

Quadro 9: Compreensão dos textos históricos.

Compreensão dos textos históricos	n° de participantes
Fácil	1
Um texto ou outro difícil	3
Difícil	1

Fonte: Próprio autor (2023)

Verifica-se no quadro 9 que houve um variado nível de compreensão dos textos. Destacam-se os excertos de A-1 e A-5:

A maioria deles tava de fácil entendimento. Pra mim teve dois que achei mais pesado assim a leitura, mais complexa. Mas a maioria deles foi de simples entendimento (A-1; G-1; EQ.3, grifo nosso).

Os textos da primeira atividade tinham a linguagem muito culta. Mas a partir do segundo encontro foi melhorando, dava pra entender a linguagem dos textos (A-5; G-1; EQ.3, grifo nosso).

Os excertos acima mostram que houve alguns textos mais difíceis de serem interpretados, por serem uma linguagem mais complexa. Em especial, os textos da primeira atividade são os mais mencionados pelos participantes. Batista et al. (2015) afirmam que textos históricos ligados à educação apresentam certa complexidade, e que o professor que utilizá-los em suas aulas, deve estar atento na escolha dos mesmos, pois devem ser de fácil compreensão e ao mesmo tempo desperte interesse no aluno.

O participante A-8 contudo, considerou todos os textos difíceis de serem lidos, como mostra o excerto abaixo:

[...] os textos utilizados não tinham uma linguagem comum de um aluno para fácil compreensão. Então ele tava bastante técnico, pode ser de acordo com a época. Poderia sugerir que alguns textos podem passar por reformulação pra tornar a linguagem mais acessível (A-8; G-4; EQ.3, grifo nosso).

Além de citar o caráter técnico da linguagem dos textos, o mesmo sugeriu uma reformulação para tornar sua linguagem mais acessível. Essa reformulação citada pelo participante na realidade são adaptações que tornam os textos mais compreensíveis. Contudo, Carvalho et al. (2012, p. 15) adverte:

Há que se ter muito cuidado quando se pretende fazer esse tipo de adaptação, pois muito pode ser perdido durante esse trabalho; e não falamos aqui de palavras ou expressões que podem ser perdidas e/ou suprimidas, mas falo sim do conhecimento que poderia ser construído pelo aluno a partir de reflexões acerca desses textos históricos adaptados.

Os autores realçam o cuidado na adaptação de textos históricos, para que os mesmos não percam o sentido, ou deixem de mostrar algum aspecto fundamental ao estudante, comprometendo os objetivos da sua utilidade.

Apesar das dificuldades no uso de textos históricos na educação, eles são importantes para a metodologia histórico-investigativa, uma vez que são instrumentos didático que relacionam explicitamente a História e Filosofia das Ciências com aspectos da natureza da ciência que surgem de episódios históricos (CARVALHO; NASCIMENTO; SILVA, 2017). Conforme afirma Silva (2012, p.7):

Os textos históricos são materiais didáticos construídos tomando como base um estudo de um determinado episódio histórico. Eles apresentam, também, vários aspectos da Natureza da Ciência, os quais, atualmente, vêm se mostrando como de suma importância para uma elaboração mais estruturada do que é ciência.

Para a proposta desta pesquisa, que se deu pela análise de concepções sobre ciências, os textos históricos ganham muito mais relevância, pois episódios históricos da história da química são ricos em elementos que podem ser fios condutores para discussões de natureza epistemológica.

5.2.3. O TRABALHO EM EQUIPE

Este aspecto foi analisado com base na pergunta de nº4 do roteiro de entrevista. Perguntou-se aos participantes se o trabalho em equipe ajudou eles na elaboração das ideias. O quadro 10 abaixo apresenta os resultados.

Quadro 10: O trabalho em equipe na construção de ideias.

O trabalho em equipe ajudou na construção das ideias?	Nº de participantes
SIM	5
NÃO	0

Fonte: Próprio autor (2023)

Percebe-se uma unanimidade entre os entrevistados quanto ao trabalho em equipe realizado nas atividades investigativas, pois todos afirmaram relevância em elaborar as

respostas em conjunto com outro, somando ideias e construindo a solução dos problemas propostos. Sobre esse aspecto, destacam-se os excertos de A-3 e A-5:

Com certeza, **teve coisa que não entendi e um outro colega entendeu melhor e pôde me explicar, assim como teve partes que eu entendi melhor e pude explicar pro colega que ficou na dúvida.** Então foi uma troca de conhecimento bem interessante que melhorou o entendimento do assunto (A-3; G-2; EQ.4, grifo nosso).

Com certeza. **Cada um tem uma ideia melhor que a outra né. A gente vai juntando e formando uma opinião** sobre isso (A-5; G-3; EQ.4, grifo nosso).

De acordo com Vergara (2009, apud Ávila e Couto, 2018) o trabalho em equipe é importante porque, com o esforço mútuo para solucionar um problema, possibilita aos seus membros a troca de conhecimento e auxilia na melhoria das habilidades de cognição dos mesmos.

Como mencionaram os entrevistados A-3 e A-5, no trabalho em equipe, há uma soma de ideias, e quando um não compreende o problema em algum aspecto, o outro supre e entende, explica e contribui para a construção da ideia geral. Estes excertos estão de acordo com uma característica essencial da ciência, que é a construção do conhecimento por meio da coletividade e união de outros pesquisadores.

O trabalho em equipe também permite que os integrantes repensem suas ideias, promovendo a transformação de saberes, como mencionam os participantes A-1 e A-2 na mesma pergunta:

Sim. Porque eu posso pensar de uma maneira, e meu colega pode pensar de uma maneira diferente ou similar, mas eu acredito que com base no que ele acredita né, na ideia que ele tá **propondo eu talvez possa mudar, ou somar minha ideia ou talvez pensar numa maneira diferente** (A-1; G-1; EQ.4, grifo nosso).

Com certeza, porque quando você discute, você troca ideia né. **Você pode também analisar a situação do ponto de vista do colega e até mudar de opinião algumas vezes.** Você não tá vendo a determinada coisa e com a opinião do colega você vai enxergar de outra forma a situação (A-2; G-1; EQ.4, grifo nosso).

Uma outra característica essencial da ciência é representada pelos excertos acima, sua mutabilidade. Ao longo da história da ciência, corpos inteiros de conhecimentos sofrem por transformações, reformulações e em alguns casos o abandono total de uma teoria. Contudo, o que é passado nas escolas é uma ciência de conhecimentos acabados e verdadeiros que requerem escassa justificação e poucas provas (ACEVEDO et al, 2007).

Na pergunta nº7, os participantes foram perguntados se houve muitas divergências de opiniões e de ideias entre os integrantes da equipe. O quadro 11 mostra o resultado obtido na pergunta.

Quadro 11: Divergências entre membros da equipe.

Houve divergência entre os membros da equipe?	Nº de participantes
Sim	3
Não	2

Fonte: Próprio autor (2023)

O quadro mostra que a maioria dos integrantes afirmaram que houveram divergências entre membros da sua equipe, e como exemplo, destacam-se os excertos de A-1 e A-3, respectivamente.

As divergências foram do seguinte modo. Tinha uma pergunta que a gente tinha que estabelecer o pai da química, se foi Lavoisier ou não. Quem tinha ali revolucionado, de certa forma. E eu pensei de uma forma e minha amiga pensou de outra. Então a gente foi tentando dialogar, trocar nossas ideias, pra gente chegar ao consenso. E também não vou dizer divergência, **mas muitos pensaram de forma diferente de mim, e isso é normal** (A-1; G-1; EQ.7, grifo nosso).

Teve. Principalmente por questões de princípios. Principalmente naquela parte de discutir se o que Lavoisier fez foi certo ou não. Então muita gente concordou que sim, e outros que não. Então houve sim várias divergências, principalmente pq **a gente já tem uma carga cultural do que a gente acredita e querendo ou não vai divergir quando a gente discute alguns assuntos** (A-3; G-2; EQ.7, grifo nosso).

Em cada um dos excertos escolhidos para representar as falas deste aspecto da abordagem histórico-investigativa, há uma característica essencial do trabalho científico. No primeiro, no excerto de A-1 aparece o pensamento divergente, mencionado por Gil-Perez et al. (2001). A ciência é construída por mentes que pensam diferentes, mesmo olhando o mesmo objeto, sendo este pensamento divergente um possível início a uma revolução científica e quebra de um paradigma vigente. Para Kuhn (2013) o paradigma vigente será rejeitado, somente quando houver um outro paradigma alternativo que seja suficientemente convincente para atrair a maioria dos cientistas.

Na fala da participante A-3, há uma menção no fator cultural e de princípios que a mesma acredita e levou suas concepções para as discussões. Ao falar de sua “carga cultural”, a participante expõe que a ciência não é construída com base na neutralidade e na objetividade. Muito pelo contrário, os empreendimentos científicos são uma construção humana, onde o cientista leva para os seus estudos crenças e concepções já estabelecidas em seu imaginário.

Em suma, identificam-se, portanto, na análise do aspecto do trabalho em equipe quatro características essenciais da ciência manifestadas nos excertos dos participantes. Isso induz a dizer que as discussões nos grupos, que é uma etapa da metodologia histórico-investigativa que promove o trabalho coletivo, parece ser um momento importante para que os participantes promovam debater suas ideias e repensá-las, dando subsídios suficientes para a superação de concepções inadequadas do trabalho científico.

5.3. CATEGORIZAÇÃO

Nesta etapa, analisou-se os dados coletados pelos três instrumentos de coleta de dados, e ela sucedeu-se do processo de análise e identificação das concepções sobre ciência dos participantes. Esta etapa é de extrema importância, pois facilitou as discussões das impressões dos participantes.

A ATD de Moraes e Galiuzzi (2008) possibilitou uma melhor compreensão das falas dos participantes, permitindo que cada instrumento de coleta gerasse um eixo temático. Dentro de cada eixo temático, há categorias que representam as visões inadequadas apresentadas pelos participantes. Por fim, dentro de cada categoria há subcategorias que expressam se as concepções de ciências dos mesmos são adequadas, inadequadas, parcialmente adequadas ou se não há como definir.

A tabela 1 apresenta os eixos, categorias e subcategorias elaborados com o auxílio da ATD.

Tabela 1: Eixos, categorias e subcategorias

Eixos	Categorias e subcategorias
Eixo E.1 – Visões relacionadas ao cientista.	<p><i>Categoria C.1 – Visão Elitista</i> Subcategoria C.1A – Adequada Subcategoria C.1B – Inadequada Subcategoria C.1C – Parcialmente adequada Subcategoria C.1D – Não foi possível definir</p> <p><i>Categoria C.2 – Visão Individualista</i> Subcategoria C.2A – Adequada Subcategoria C.2B – Inadequada Subcategoria C.2C – Parcialmente adequada Subcategoria C.2D – Não foi possível definir</p>
Eixo E.2 – Visões relacionadas ao caminho científico.	<p><i>Categoria C.3 – Visão Empírico-indutivista e atórica</i> Subcategoria C.3A – Adequada Subcategoria C.3B – Inadequada Subcategoria C.3C – Parcialmente adequada Subcategoria C.3D – Não foi possível definir</p> <p><i>Categoria C.4 – Visão Rígida, algorítmica e infalível</i> Subcategoria C.4A – Adequada Subcategoria C.4B – Inadequada Subcategoria C.4C – Parcialmente adequada</p>

	Subcategoria C.4D – Não foi possível definir
Eixo E.3 – Visões relacionadas aos aspectos históricos da ciência	<i>Categoria C.5 – Visão linear e acumulativa</i> Subcategoria C.5A – Adequada Subcategoria C.5B – Inadequada Subcategoria C.5C – Parcialmente adequada Subcategoria C.5D – Não foi possível definir
	<i>Categoria C.6 – Visão aproblemática e ahistórica</i> Subcategoria C.6A – Adequada Subcategoria C.6B – Inadequada Subcategoria C.6C – Parcialmente adequada Subcategoria C.6D – Não foi possível definir

Fonte: Próprio autor (2022)

A partir daqui, serão mostrados os dados referentes ao quantitativo de unidades de significados obtidas a partir dos instrumentos de coleta (Tabelas 2, 4 e 6), e em seguida as tendências apresentadas (Tabelas 3, 5 e 7).

5.4. VISÕES INADEQUADAS DO EIXO E.1

Nesta seção, serão discutidas as visões inadequadas do Eixo E.1, que se referem às visões relacionadas à imagem do cientista. Exibiremos neste eixo exemplos das visões elitista e individualista da ciência apresentadas pelos participantes, conforme classifica Gil-Perez (2001) e Cachapuz et. al (2011), buscando uma triangulação entre os diálogos dos participantes nos três instrumentos de coletas dados utilizados.

5.4.1. VISÃO ELITISTA

Como já foi discutido na seção 2.3.2., esta visão inadequada afeta diretamente a imagem do cientista, onde a produção científica é considerada como uma atividade restrita a um determinado gênero e carregada de estereótipos.

- **Subcategoria C.1A**

No que diz respeito a categoria C.1, podemos destacar algumas falas que se referem a subcategoria C.1A:

“É indubitável o papel de Lavoisier para a química, porém o mérito não é exclusivamente seu, por exemplo, **sua esposa fora uma pessoa crucial no trabalho de Lavoisier**, uma vez que ela ajudava na tradução de artigos e anotava os dados dos experimentos, além de ser uma boa desenhista, que fez os modelos de vidrarias que o Lavoisier confeccionou.” (A-1; G-1; FA-4, grifo nosso)

“Uma das curiosidades que eu não sabia foi da **esposa dele, que além de ajudar ele nas pesquisas, traduzindo os artigos pra ele**, ela ainda desenhava pro Lavoisier

encomendar a fabricação dos instrumentos que ele usava em suas experiências”. (A-5; G-3; EQ.12)

Nota-se na resposta do participante A-1, no encontro nº4 uma quebra de estereótipo de um cientista carregado pela sociedade. Para Gil-Perez (2001), tem-se uma visão de que o cientista é um homem. No entanto, demonstra-se na fala acima que o participante entende que há mulheres na ciência, mesmo que de forma indireta produzindo conhecimento científico, como a esposa de Lavoisier que auxiliava o mesmo em seus experimentos. O mesmo ocorreu com o participante A-5, na entrevista, questão 12, que citou o papel importante dela na tradução de artigos de outras línguas para o francês, idioma de Lavoisier. Com isso, ele teve acesso a diversos trabalhos elaborados por outros cientistas que o auxiliaram em seus conhecimentos.

O relato do participante A-3, na questão 9 da entrevista, mostra que houve superação de um outro estereótipo ligado ao cientista, que é o da superinteligência:

“[...] um cientista **não é exatamente um gênio, superdotado**, mas pode também ser uma pessoa comum, como eu, que não me considero tão inteligente, mas me considero um cientista” (A-3; G-2; EQ.9)

Para Cachapuz et al (2011), este estereótipo de que um cientista é um gênio e de inteligência quase inalcançável é bastante difundida entre estudantes e professores de ciências. Contudo, um cientista não pode ser rotulado com tal característica, uma vez que pessoas comuns são fomentadoras de conhecimento científico sendo de inteligência dentro da média.

- **Subcategoria C.1B**

Em se tratando da subcategoria C.1B, destacam-se as falas da participante A-7, em dois diferentes instrumentos de coleta (Folha de atividade e debate) ao mencionar as condições financeiras de Lavoisier:

“O fato importante para fortalecer sua teoria foram o uso de bons equipamentos para suas experiências. **Lavoisier tinha prestígio social e condições financeiras para dar continuidade às pesquisas**” (A-7; G-4; FA-3, grifo nosso)

“Mas o que foi crucial aqui, foi que eu tava falando pro colega é **que Lavoisier tinha prestígio e uma classe social. Ele não era pobre, tinha sua condição financeira.** Então quando a gente tem condição financeira, a gente investe mais e era justamente isto que o Scheele não tinha.” (A-7; G-4; DG.3, grifo nosso)

Quando questionada sobre quem deveria atribuir-se o mérito pela descoberta do oxigênio, a participante cita a sua privilegiada condição financeira e social, como um fator que considerou “crucial” para que Lavoisier explicasse de forma correta os experimentos que concebiam o gás oxigênio. Analisando estas condições, reforça-se um pouco mais a visão elitista de que a ciência só é acessível se houver muitos recursos. De certa forma, este pensamento não está totalmente equivocado, pois de acordo com Fourez (1995), as

universidades públicas, que são detentoras de grande parte da produção científica no Brasil, buscam encontrar “aliados” que estejam interessados em subsidiar as suas pesquisas.

Há ainda uma influência em relação ao local onde a ciência é produzida, como mostra o relato do participante A-8, em um trecho do seu diálogo com grupo:

“Eu acho assim, qualquer pessoa em qualquer parte do mundo, **pq quando olhamos pra ciência, olhamos para uma visão eurocêntrica**, mas em outros lugares do mundo a possibilidade de ter acontecido um experimento que também resultou em um mesmo produto pode ter acontecido. (A-8; G-4; DG.3, grifo nosso)

O participante menciona acima a “visão eurocêntrica”, como sendo a Europa o padrão de uma ciência adequada. Esse último relato está de acordo com o que diz Fourez (1995), que defende que o modo de pensar de grande parte dos cientistas será influenciado pelo seu lugar social de origem.

4.5.2. VISÃO INDIVIDUALISTA

Tal como discutida na seção 2.3.2., trata-se de uma visão que coloca os cientistas como seres isolados e antissociais, onde não há conexão e compartilhamento de ideias com outros cientistas na produção da ciência.

- **Subcategoria C.2A**

No que concerne à subcategoria C.2A, destacam-se dois relatos de participantes diferentes quanto ao trabalho conjunto de cientistas, extraídos das folhas de atividade 3 e 4:

“Acredito que as descobertas podem ser tratadas como uma construção de conhecimentos **em conjunto com vários cientistas** quando se estuda um determinado fenômeno.” (A-2; G-1; FA-3, grifo nosso)

“Percebemos que atribuir o papel de pai da química somente a Lavoisier é errôneo e equivocado de nossa parte, **uma vez que a ciência química moderna fora construída pela contribuição de vários autores**” (A-1;G-1; FA-4, grifo nosso).

Nota-se que os donos desses excertos apresentam a imagem de um cientista como uma figura que trabalha de forma coletiva. Para a participante A-2, a ciência é uma construção realizada por vários cientistas que estudam um mesmo fenômeno, quebrando a imagem individualista do cientista. No que concerne à fala do participante A-1, que considera equivocada a ideia de Lavoisier ser considerado o “pai da química”, acredita que vários químicos deram sua contribuição para que Lavoisier apenas organizasse os conceitos já existente na química.

Estas concepções estão de acordo com Barbosa e Aires (2018), que afirmam que baseado em obras de outros autores que os cientistas desenvolvem suas pesquisas, podendo concordá-los ou refutá-los, trazendo explicações mais abrangentes. As questões científicas de uma determinada época não são determinadas por uma dúvida que assola um único cientista,

mas são, sim, problemas atestados pela coletividade de praticantes da área (BARBOSA; AIRES, 2018).

Em outro instrumento de coleta, a entrevista, na questão 08, o participante A-1 menciona um estereótipo carregado pelo cientista pela sociedade:

“E percebi que a gente não pode resumir o cientista e **esse estereótipo, há um cara maluco de jaleco que vive o dia todo no laboratório**. É um ser humano que constrói e reproduz o conhecimento científico, e **precisa de uma comunidade científica, necessita trocar saberes, passa por problemas pessoais, etc**” (A-1; G-1; EQ.8)

A visão geral que os estudantes têm sobre a ciência e o cientista trazem muitos estereótipos nascidos da mídia ficcional, influência de amigos e parentes ou ainda das lembranças das aulas de ciências que, por ventura, tenham marcado indelevelmente suas memórias e inconscientes (SOUZA, 2018). Para Rodrigues et al.(2019), esta imagem afasta os estudantes da ciência, pois ter poucos amigos e fazer coisas malucas não são coisas que a maior parte dos jovens buscam. Certamente, houve ruptura desta visão do cientista maluco de jaleco mencionado pelo participante A-1 por meio das leituras durante a oficina, que revelaram para o mesmo a importância da comunidade científica na validação de uma teoria ou lei explicativa de um fenômeno.

- **Subcategoria C.2B**

No que concerne à subcategoria C.2B, destaca-se o relato da participante A-7 na folha de atividade 4, ao responder sobre Lavoisier ser considerado o “Pai da Química”:

“Sim, é muito justo. **Ele foi um homem dedicado a ciência, sabedoria e trabalho estava à frente da sua geração**. Foi capaz de “decodificar” os elementos químicos, denominou-os. Aprofundou suas pesquisas do oxigênio e composição da água. (A-7; G-4; FA-4, grifo nosso)

Nas discussões em grupo, também se identificou esta mesma concepção, como diz o relato da participante A-4:

“Lavoisier pra mim **pode ser sim considerado o pai da química**, pois tem mérito por ser o fundador da química moderna, detentor de **experimentos que derrubaram muitas coisas erradas que os cientistas antes dele acreditavam**” (A-4; G-3; D-4, grifo nosso)

No excerto da participante A-4, mostra uma visão bastante comum do cientista, de acordo com Gil-Perez et al (2001), que é a imagem de um gênio, superdotado e antissocial. De acordo com o autor, esta concepção equivocada da imagem do construtor da ciência facilita a recusa dos estudantes pela ciência. Na fala de A-5, além de considerar erroneamente que Lavoisier foi o único fundador da química, ainda menciona o papel neutro da experimentação, deixando a entender que um único experimento é capaz de derrubar ideias de cientistas precursores, invalidando o trabalho dos mesmos.

Em ambos os excertos, o caráter reducionista da visão individualista da ciência é exposto, ao considerar Lavoisier como o único fundador da química moderna. Prado e Carneiro (2018, p.175) afirma:

Lavoisier aplicou inúmeras técnicas de laboratório, muito herdadas da alquimia, descreveu-as minuciosamente, com ajuda da esposa e de alunos, e as replicou com seus instrumentos finamente calibrados, fabricados por encomenda por habilidosos artesãos franceses, e ousou não fazer referência a seus antecessores ou colaboradores, sugeriu “sozinho” novas explicações para velhas teorias.

Nota-se pela fala do autor, que Lavoisier não atuou sozinho na sua empreitada em organizar a química existente na sua época, tendo ajuda da esposa e dos alunos. A falta de ética de Lavoisier em não fazer menções aos cientistas que primeiro se empenharam no estudo da química também é visível.

- **Subcategoria C.2C**

Para esta categoria, onde as visões errôneas de ciência são parcialmente superadas, identificou-se um relato de A-4, na folha de atividade 4, concernente à Lavoisier ser considerado o “Pai da Química”:

“Acredito que por sua importância nas descobertas e organização/padronização de seus experimentos, além da constante busca por explicações, **podemos sim atribuir a Lavoisier o título de pai da química, muito embora ele tenha utilizado ideias de outros cientistas, sem dar o devido crédito**” (A-4; G-1; FA-4, grifo nosso).

No excerto acima, a participante considera Lavoisier como o pai da química, ainda que o mesmo tenha se apropriado de ideias de outros colegas cientistas. Esta dualidade em suas concepções pode ser explicada por Cachapuz et al (2011), na qual diz que as concepções inadequadas podem ser parcialmente superadas devido ao método utilizado na apresentação dos aspectos da ciência.

5.5. VISÕES INADEQUADAS DO EIXO E.2

Nesta seção, serão discutidas as visões inadequadas do Eixo E.2, que se referem às visões relacionadas ao caminho em que se constroem os conhecimentos científicos. Exibiremos neste eixo as visões empírico-indutivista e atórica e a visão rígida, algorítmica e infalível da ciência, apresentadas pelos participantes, conforme classifica Gil-Perez (2001) e Cachapuz et. al (2011), buscando uma triangulação entre os diálogos dos participantes nos três instrumentos de coletas dados utilizados.

5.5.1. VISÃO EMPÍRICO-INDUTIVISTA E ATEÓRICA

A visão empírico-indutivista e atórica, como mencionada na seção 2.3.2 utiliza exclusivamente a observação de um fenômeno para tirar conclusões sobre o mesmo, sem levar

em conta o trabalho teórico construído anteriormente, além de apresentar uma experimentação descompromissada com hipóteses.

- **Subcategoria C.3A**

No que diz respeito à subcategoria C.3A, podemos destacar os seguintes depoimentos das entrevistas de A-2, questão 8 e de A-5, na questão 10, respectivamente:

“[...] dá pra perceber que o cientista não apenas se baseia em **observar o fenômeno, mas também pega aquilo que os seus anteriores fizeram** sobre aquilo que ele tá estudando”. (A-2; G-3; EQ.8, grifo nosso)

“Apesar de Lavoisier ter melhorado a teoria dele, ele não teve essa teoria de princípio. **Ele já começou com meio caminho andado**, então foi um trabalho de vários estudiosos. O que ele fez foi muito antiético.” (A-5; G-2; EQ.10 grifo nosso)

O participante A-2 menciona que o estudo de um fenômeno deve vir precedido de algum conhecimento anterior. A mesma concepção foi exibida no participante A-5, ao dizer que Lavoisier pegou “meio caminho andado” nos trabalhos sobre combustão. Estes excertos mostram que não há observação neutra, sendo que uma investigação é sempre influenciada por uma teoria (Gil-Perez et al, 2001).

Podemos ainda destacar o excerto da participante A-1, ao ser perguntada sobre o trabalho de um cientista:

“No meu ponto de vista, antigamente o cientista era aquele que fica no laboratório fazendo experimento, mas depois que vc tem um entendimento né um pouco melhor, o cientista **não só trabalha no laboratório, mas tbm faz pesquisa na sala de aula com os alunos, com os alunos, faz pesquisa externa. Acho que todos nós temos um cientista dentro de nós.** Até na cozinha quando a gente tá a gente faz ciências.” (A-1;G-3; EQ.8, grifo nosso)

Quando perguntado se a atitude de Lavoisier em utilizar ideias de outros cientistas sem dar os devidos créditos aos mesmos seria aceita na ciência atual, o participante A-5 contribuiu com a seguinte fala:

“A atitude de Lavoisier não seria aceita na atualidade, devido que **pra eu realizar um estudo de determinado tempo, tenho que ter um embasamento anterior a este estudo que está sendo realizado**, então ele não seria detentor daquele conhecimento que ele está estudando.” (A-8; G-4; EQ.11, grifo nosso).

- **Subcategoria C.3B**

No que diz respeito a subcategoria C.3B, pode-se destacar um trecho do depoimento de A-3, na entrevista, questão 12 e do participante A-5 no diálogo de grupo, respectivamente:

“Esse fato que ele ter feito experimento de outras pessoas e eu sempre achei que ele tava ali, ele fez pq simplesmente **observou algo e foi lá fazer a experiencia**” (A-3;G-1; EQ.12).

“Mas esse **experimento aqui ele é crucial** no desenvolvimento da ideia dele.” (A-5; G-1; D-2).

Ambos os participantes demonstraram uma característica marcante da visão empírico-indutivista e atórica, que é resumir uma investigação científica em apenas experimentos. Para refutar a ideia de que um conhecimento só é validado se for experimentado, Arthury e Peduzzi (2015) apresentam o exemplo do Big Bang. A Teoria do Big Bang se apresenta como um excelente campo de conhecimento para se discutir questões a respeito da própria atividade científica (ARTHURY; PEDUZZI, 2015). Outros episódios da história da ciência mostram que determinadas teorias científicas são aceitas, sem serem testadas.

Ainda na subcategoria C.3B, destaca-se o relato de A-8 na entrevista, ao ser perguntado sobre o trabalho de um cientista:

“O trabalho de um cientista é investigar e comprovar os fatos. Então quando a gente vê um fenômeno que a gente não sabe como acontece, o papel do cientista é ir lá **investigar esse fenômeno, descobrir a maneira** que ele está acontecendo e divulgar. Este é o papel do cientista, explicar cientificamente como as coisas acontece.” (A-8;G-2; EQ.08)

Percebe-se na fala acima que não há nenhuma menção sobre estudos anteriores à investigação, manifestando o caráter neutro da observação. De acordo com Gil-Perez et al (2001), a observação sempre deve ser influenciada por uma teoria, e que sem uma hipótese pré-estabelecida, o cientista não tem como se orientar nas pesquisas.

- **Subcategoria C.3C**

Em se tratando da subcategoria C.3C, tem-se em destaque o depoimento do entrevistado A-5, questão 09:

“Ciência podemos tirar **infinitas conclusões, estudando o mesmo objeto, através dos nossos experimentos** e por meio deles estabelecer as leis e teorias.” (A-5; G-3; EQ.9 grifo nosso)

No excerto do participante, o mesmo afirma que é possível ter “infinitas conclusões” em um mesmo objeto de estudo, ou seja, a ciência pode proporcionar mais de uma interpretação para o mesmo fenômeno. De acordo com Gil-Perez et al. (2001), essa ambiguidade é muito presente quando se estuda as ciências relacionadas à educação, onde situações enfrentadas nesta área podem ter interpretações oriundas de vertentes distintas.

Em contrapartida, no mesmo exceto, o participante complementa na sua fala que essas conclusões são tiradas de experimentos, o que caracteriza mais uma concepção regente da ideia da observação neutra seguida de uma experimentação descompromissada de uma hipótese ou teoria.

5.5.2 VISÃO RÍGIDA, INFALÍVEL E ALGORÍTMICA

Como foi mencionada na seção 2.3.2 a visão rígida, infalível e algorítmica atribui ao método científico como a única forma de construir conhecimento científico, ignorando o fato

de que o cientista pode alternar outros caminhos em suas pesquisas e invalidando os resultados obtidos por caminhos alheios ao método científico.

- **Subcategoria C.4A**

No que concerne à subcategoria C.4A, destaca-se os excertos da participante A-2, na questão 08 da entrevista, e do participante A-6 durante discussão em grupo na atividade 4, respectivamente, sobre o caminho que o cientista trilha em seu empreendimento científico:

E acho que é um processo que não tem digamos uma direção. Digamos que ele tem vários caminhos, várias ramificações. As vezes um caminho não dá certo e ele tem que voltar e seguir por outro, e assim ele vai desenvolvendo até alcançar os objetivos dele. (A-2, G-1; EQ.08, grifo nosso)

“A ciência serve para ser repensada a cada momento. **Ela não tem o poder absoluto e também não tem uma única maneira de fazer ciência.** Temos que ter um olhar crítico e investigativo”. (A-6; G-4; D.1, grifo nosso)

Nota-se que ambos os excertos afirmam não haver uma única maneira de construção do conhecimento científico. A participante A-2 por exemplo, menciona as várias ramificações que estão à disposição do cientista na hora da escolha do método. De acordo com Gil-Perez et. al (2001), a ciência tem como característica marcante o pluralismo metodológico, não havendo um único caminho e método científico empregado pelo cientista.

Ainda discutindo a subcategoria C.4A, podemos mencionar a fala do entrevistado A-5, ao ser perguntado de que maneira o episódio do flogisto contribuiu para o seu entendimento sobre ciência.

“É que o cientista nem sempre tá certo. Digamos, **a gente faz uma pesquisa, as vezes dá um resultado, mas meu colega estudando a mesma coisa dá outro resultado, mas é necessário um consenso e sempre está sujeito a erros e tenta corrigi-los.**” (A-5; G-3; EQ.9, grifo nosso).

É evidente no excerto acima que o entrevistado deixa claro o caráter tentativo do cientista, que comete equívocos em suas pesquisas, resultando muitas vezes em refazer experimentos, mudar hipóteses e metodologias. O ceticismo em relação aos resultados obtidos também é um pressuposto básico do cientista, que busca encontrar uma coerência global, procurando explicar o maior número de fenômenos possíveis (BARBOSA; AIRES, 2018).

- **Subcategoria C.4B**

No que concerne à subcategoria C.4B, pode-se mencionar a fala do participante A-3, durante discussão da atividade 3:

“[...] parte do trabalho científico é se livrar dessas explicações mirabolantes que **não usam o método científico.** Na evolução da ciência tem a ver com a **evolução do método** e quem contribui para o método pra desmistificar certas explicações é a pessoa decisiva.” (A-3; G-2; D-3, grifo nosso).

Nota-se que o participante enaltece o método científico e o coloca como o caminho único e verdadeiro que levará à evolução da ciência. Gil-Peres et al. (2001) considera que a

visão rígida faz alusão a um método supostamente infalível, com sequências e etapas bem definidas

Alguns participantes também acreditam que a ciência é construída utilizando métodos e experimentos bastante criteriosos:

“Nota-se na imagem o reflexo de uma pessoa, dando entendimento da passagem de conhecimento em que todo o iniciado pudesse reproduzir os fenômenos tal que o fez seu primeiro observador, **através de métodos e experimentos criteriosos, rigorosos e verdadeiros**”. (A-5; G-3; FA1)

“O que Lavoisier fez não seria aceita na ciência atual, pois hoje temos punições para aqueles que copiam o trabalho dos outros, principalmente agora que **a comunidade científica utiliza de métodos rigorosos e verdadeiros**” (A-7; G-1; EQ.11, grifo nosso).

Em ambos os excertos, os participantes fazem menção ao elevado grau de critério presente nos empreendimentos científicos. Chalmes (1993) afirma que a utilização do método científico clássico tem se configurado com uma forma de separar o que é ciência e não-ciência.

Há ainda aqueles participantes que acreditam que um conhecimento científico para ser validado, é imprescindível que o mesmo seja comprovado, seja com pelo uso da dados matemáticos concisos ou por experimentos.

[...] na primeira teoria temos uma teoria mais qualitativa, observacional. Já a segunda com a teoria de Lavoisier **ele vem com números, com cálculos, vem dando um dado concreto para embasar a teoria dele, eu acho que isso foi fundamental para que a teoria dele se estabelecesse**. Foi aí que ele teve condições de fazer oposição à antiga teoria. Ele **teve dados, números, comprovação. É uma comprovação embasada**, então não tem muito que embasar a teoria dele. (A-2; G-1; EQ.9, grifo nosso)”

“Quem fez o experimento primeiro e posteriormente quem interpretou as análises dos fenômenos, devido que **o conhecimento científico necessita ser comprovado e dizer de maneira convicta quais as particularidades que fundamentam um ensaio científico**.” (A-8; G-4; FA-4, grifo nosso).

Embora muitas teorias tenham sido concebidas através de cálculos matemáticos, a ausência dos mesmos não podem ser consideradas como algo invalidado, uma vez que nem todas as áreas da ciência se aplicam a matemática, principalmente as ciências humanas. Para Gil-Perez et al. (2001), a adoção de um método científico universal dificulta a divulgação de uma imagem correta da ciência.

- **Subcategoria C.4C**

Ainda há uma fala em que o entrevistado apresenta uma certa incoerência na sua resposta que correspondem a subcategoria C.4C, como por exemplo no depoimento de A-2, ao ser perguntado sobre a rotina de um cientista:

“Bom o trabalho de um cientista, vou dizer que ele é desenvolvido em várias etapas. Um processo. Um processo que deve não ser seguido assim digamos uma coisa após a outra, **existem etapas que precisam ser cumpridas e se elas não forem cumpridas, ele não vai achar aquilo que ele tá procurando né**, desenvolver a ideia que ele tá pesquisando. E acho que é um processo que não tem uma direção. **Digamos que ele tem vários caminhos, várias ramificações. As vezes um caminho não dá**

certo e ele tem que voltar e seguir por outro, e assim ele vai desenvolvendo até alcançar os objetivos dele.” (A-2;G-1;EQ.8, grifo nosso).

5.6. VISÕES INADEQUADAS DO EIXO E.3

Nesta seção, serão discutidas as visões inadequadas do Eixo E.3, que se referem às visões relacionadas aos aspectos históricos da ciência. Exibiremos neste eixo a visão linear e acumulativa e a visão aproblemática e ahistórica, apresentadas pelos participantes, conforme classifica Gil-Perez (2001) e Cachapuz et. al (2011), buscando uma triangulação entre os diálogos dos participantes nos três instrumentos de coletas dados utilizados.

5.6.1. VISÃO LINEAR E ACUMULATIVA

Mencionada na seção 2.3.2, a visão linear e acumulativa é aquela em que não se levada em consideração o rompimento de teorias, bastante comuns na história da ciência, e que o crescimento da mesma é linear, como se o conhecimento científico fosse um empilhamento de ideias.

- Subcategoria **C.5A**

Em se tratando da subcategoria C.5A, temos como exemplo o depoimento do participante A-8 durante os diálogos em grupo:

“**As teorias entram em conflito** uma com as outras, elas continuam sendo se modificando. **Há um rompimento e criação de teorias** o tempo todo e assim se constrói a história da ciência.” (A-6; G-4; D.1, grifo nosso)

No excerto acima houve superação da ideia de linearidade, mostrando que a ciência é repleta de construções e desconstruções de teorias. O participante A-6 ao mencionar que as teorias entram em conflito, está se referindo a episódios da história da ciência em que houveram divergência de teorias, como por exemplo o episódio da Teoria do Flogisto, tema explorado nas investigações.

Ainda na análise e discussão da subcategoria C.5A, destaca-se o excerto do participante A-1, coletada de uma discussão em grupo durante a atividade 1:

“[...] pelo menos na escola que estudei considerava aqueles fatos históricos sempre, ah foi aquele científico que descobriu aquela situação, ele que tem aquela teoria ele que investigou, mas tipo **nunca abordou as revoluções que houvera na história e os rompimentos**, e não considera o fato de que outras pessoas em outros países não somente na Europa, estavam desenvolvendo estudos diversos.” (A-1; G-1; D.1, grifo nosso).

O participante A-1 faz uma recapitulação de seu tempo de escola, na qual a história da química se apresenta geralmente por linhas do tempo, dando impressão de que a ciência é sempre crescente. Martorano e Marcondes (2012, p.20) afirmam:

[...]perspectiva histórica dominante que permeia o material didático para o ensino não só da Química, mas também de outras áreas da ciência, continua a valorizar os feitos

dos “grandes homens da ciência”, dando ênfase ao progresso contínuo do pensamento científico.

Neste sentido, os autores coadunam com a percepção de que os materiais didáticos apresentam um progresso contínuo da ciência, ocultando as constantes rupturas que houveram, até que se chegasse ao conhecimento atual.

- **Subcategoria C.5B**

Para a subcategoria C.5B, podemos destacar o excerto da participante A-7, em um diálogo de grupo durante a atividade 1:

“Se um estudioso que entendia algo porem esse entendimento era totalmente correto então veio outro estudioso que utilizou aquela base e **complementou com novas ideias**, igual a teoria do átomo que **começou com uma ideia e foi evoluindo até chegarmos no modelo atômico atual**” (A-7; G-4; D.1, grifo nosso).

Percebe-se nesta fala que a participante tem ideia de que a ciência está em constante evolução, e que a mesma se dá por meio da complementação de novas ideias vindas de cientistas contemporâneos.

Ainda na subcategoria C.5B, destacam-se os excertos do participante A-3, em discussão em grupo durante a atividade 3 e na entrevista, questão 09, respectivamente, em que a ciência se apresenta de forma linear:

“Bom, pra mim a **história da ciência é feita de descobertas gradativas então vão melhorando seu entendimento** de acordo com o nível de entendimento que a sociedade tem em cada época.” (A-3; G-2; D.3, grifo nosso).

“[...]então ele me mostrou que a gente começa de um fato desconhecido, a gente um entendimento sobre aquele fato, que pode ser certo ou errado, mas a gente vai ter aquele entendimento que **no decorrer do tempo ele vai melhorando**, com a ajuda de outros estudiosos, esse fato que foi descoberto ele **vai ser melhorado de uma forma mais correta** dependendo da época que estamos, como foi a teoria do flogisto que foi melhorando no decorrer dos anos.” (A-3; G-2; EQ.9, grifo nosso).

Em ambos os excertos, o conhecimento científico surge sempre de maneira a complementar teorias anteriores, de tal forma que se mostra como se as teorias fossem empilhamento de ideias, aperfeiçoando linearmente. Essa concepção de ciências diverge dos autores Barbosa e Aires (2018, p. 91), que afirmam:

De fato, o conhecimento sempre se aperfeiçoa, no entanto, em muitos episódios históricos, como hoje se conhece pela historiografia da Ciência, houve momentos de rupturas, onde o conhecimento até então vigente é substituído por outro. Evidentemente, essa substituição não se dá abruptamente, mas de maneira gradual, até que o paradigma antigo seja substituído pelo novo.

Aqui os autores concordam que uma visão de ciência de acordo tal como ela é mostrase como uma constante rupturas de conhecimentos, sendo presenciada em vários momentos da história da ciência.

5.6.2. VISÃO APROBLEMÁTICA E AHISTÓRICA

Mencionada na seção 2.3.2, a visão problemática e ahistórica é aquela em que Ciência é apresentada como um conjunto de conhecimentos elaborados e definitivos, sem referir aos problemas que lhes deram origem, à sua evolução e às dificuldades encontradas.

- **Subcategoria C.6A**

Na análise e discussão da subcategoria C.6A, destacam-se as falas do diálogo de A-6 extraídos da atividade 1 e diálogo de A-8, extraído da atividade 4, respectivamente:

“O que dá de perceber é que a ciência deve ser repensada, refletida pra que novos conhecimentos através do anterior possa evoluir e **os problemas da sociedade sejam solucionadas.**” (A-6; G-4; D.1, grifo nosso).

“**um cientista ele executa as atividades atrás de soluções de um determinado problema** de forma sistemática, obedecendo vários ritos. Com isso contribui para uma questão social, que é importante para a sociedade.” (A-8; G-4; D.4, grifo nosso)

Em ambos os excertos, os participantes mencionam a importância do conhecimento científico para a solução de problemas da sociedade. A Ciência está inserida em determinada sociedade e época e que, muitas vezes, o seu desenvolvimento se dá a partir de problemas que surgem no seio da sociedade e que dependem de soluções científicas para serem solucionados (BARBOSA; AIRES, 2018).

No excerto do participante A-5, em entrevista, questão 09, o mesmo atribui ao episódio do flogisto a compreensão e percepção do papel da ciência na resolução de problemas:

“**O episódio do flogisto me ajudou a entender que a ciência surge para solucionar um problema**, como foi o caso do problema da combustão que Lavoisier desvendou.” (A-5; G-3; EQ.9, grifo nosso).

Para explicar o depoimento acima, lança-se mão das ideias dos autores Barbosa e Aires (2018, p.79):

O estudo de textos históricos permite compreender a epistemologia das Ciências por meio do entendimento da mentalidade da época. O aluno pode ser levado a compreender quão complexa e dinâmica é a Ciência, e como ela é influenciada tanto por fatores internos quanto externos, levando em consideração as continuidades e rupturas do desenvolvimento científico.

De acordo com os autores, a utilização da História e Filosofia das Ciências por meio de textos históricos ajuda a compreender o pensamento e as necessidades da época, as rupturas de teorias e o surgimento de empreendimentos científico que buscavam solucionar os problemas que movimentavam a ciência e a sociedade da época.

Desta forma, é possível entender o porquê que o problema da combustão e calcinação dos metais alvoroçou a química na época de Lavoisier com o surgimento de suas ideias, uma vez que havia em vigor a teoria do flogisto que explicava de forma convincente em alguns aspectos, e que foi base de estudos de vários cientistas da mesma época.

Ainda dentro da discussão da subcategoria C.6A, podemos destacar o excerto do participante A-1, no diálogo em grupo:

“Ao amadurecermos nossa visão sobre ciência, percebemos que ela é uma construção humana, com altos e baixos, com **diferentes contextos históricos**”. (A-1;G-1; F.A-4, grifo nosso).

Neste excerto, claramente a participante expressa o papel do contexto histórico para o desfecho de um conhecimento científico. Gil-Perez et. al (2001) considera que o contexto histórico deve ser levado em conta na historicidade de um fenômeno, ou seja, as lutas e problemas, bem como as características culturais da sociedade na época são fatores que auxiliam no entendimento das aceitações e rupturas de determinadas teorias vigentes em um certo período da história da ciência.

- **Subcategoria C.6B**

Na análise e discussão da subcategoria C.6B, destaca-se como exemplo, o excerto do participante A-3 em um diálogo de grupo durante a atividade 1:

“Ele via como **algo imutável**, porque só depois de ele ler a teoria que ele veio entender que há essa interação entre as teorias.” (A-3; G-2; DG-1, grifo nosso)

Verifica-se no excerto que a participante acredita que a ciência não é passível de mudanças. Esta concepção vai de encontro ao que diz Oki (2000), coadunando com a ideia de que o conhecimento científico é mutável, dinâmico e com uma historicidade inerente. Os cientistas tentam dar explicações para fenômenos, demonstrando, portanto, sua suscetibilidade a mudanças (BARBOSA; AIRES, 2018).

Prosseguindo na análise e discussão da categoria C.6B, destaca-se o excerto de A-4, registrado na folha de atividade do encontro nº3:

“[...] Lavoisier colocou um **fim definitivo** na teoria do flogisto, com suas ideias inovadoras sobre combustão dos metais, **que é o que de fato ocorre**” (A-8; G-4; FA-4, grifo nosso).

Nota-se no excerto acima uma visão de que a ciência é um produto acabado, uma verdade absoluta isenta de questionamentos. Encarar a ciência como produto acabado confere ao conhecimento científico uma falsa simplicidade que se revela cada vez mais como uma barreira a qualquer construção (NASCIMENTO, 2003).

5.7. ANÁLISE DAS VISÕES INADEQUADAS

A seção anterior apresentou alguns exemplos de trechos de depoimentos dos participantes da pesquisa, coletados pelos três instrumentos de coleta de dados utilizados, mostrando uma visão geral das concepções dos mesmos sobre ciências, desenvolvidas durante as atividades investigativas. Nesta nova seção, busca-se fazer um cruzamento desses excertos,

a fim de classificar os quatro grupos participantes, quanto às concepções de ciência exploradas na pesquisa e verificar se visões inadequadas sobre a natureza da ciência foram superadas durante e após a metodologia investigativa. Para isso, quantificou-se as unidades de significado de cada eixo, categorias e subcategorias por grupo, de tal forma que se obtivesse um panorama global do desempenho dos grupos em seus depoimentos.

5.7.1. ANÁLISE DO EIXO E.1

Nesta seção apresenta-se os desempenhos dos grupos referentes ao eixo 1, que tem como visões inadequadas da ciência aquelas diretamente relacionadas à imagem do cientista, tais como a visão elitista e a visão individualista.

A tabela 2 apresenta o quantitativo de unidades de significado referente às visões inadequadas do eixo 1 de cada grupo.

Tabela 2: Quantitativo de unidades de significado do eixo 1

Categoria C.1 – Visão Elitista				
	Subcategorias			
Grupo	C.1A	C.1B	C.1C	C.1D
G.1	8	1	0	0
G.2	4	1	0	0
G.3	3	1	0	0
G.4	2	5	0	0
Categoria C.2 – Visão individualista				
	Subcategorias			
Grupo	C.2A	C.2B	C.2C	C.2D
G.1	10	0	0	0
G.2	5	2	1	1
G.3	6	1	0	1
G.4	3	6	0	0

Fonte: Próprio autor (2023)

A tabela destaca os desempenhos do grupo G-1, contabilizando 8 unidades de significado representando uma concepção adequada no aspecto da visão elitista e 10 unidades de significado contabilizados para uma concepção adequada no aspecto individualista. Esses dados apresentam uma tendência ao grupo G-1 ter sido o de melhor desempenho entre todos os participantes, considerando também o baixo número de unidades de significado das subcategorias C.1.B e C.2B (apenas 1 unidade de significado) mostrando uma clareza de seus

integrantes quanto às características essenciais do trabalho científico. Tal fato se alinha ao que diz Cachapuz et al. (2011, p.39:), renunciando uma imagem simplista da atividade científica:

Somos conscientes da dificuldade que implica falar de uma “imagem correta” da atividade científica, que parece sugerir a existência de um suposto método universal, de um modelo único de desenvolvimento científico. É preciso, evitar qualquer interpretação deste tipo, mas não se consegue renunciando a falar das características da atividade científica, mas sim com um esforço consciente para evitar simplismos e deformações claramente contrárias ao que se pode compreender, no sentido amplo, como “aproximação científica do tratamento de problemas.

Em suma, uma visão correta sobre ciência permite a aproximação do trabalho científico com os estudantes, evitando que os mesmos tenham uma repulsão a qualquer atividade ligada à ciência.

Por outro lado, percebe-se na tabela 2 o elevado número de unidades de significados correspondentes à categoria C.1B e C.2B, que representam trechos de visões inadequadas da ciência do grupo G-4, quanto às visões individualista e elitista. Para a primeira visão do eixo, registrou-se 5 unidades de significado para a categoria C.1B, e para a segunda visão, 6 unidades de significado. O número de unidades de significados do grupo G-4 que correspondem a subcategorias de visões adequadas (C.1A e C.2A) é menor que nas subcategorias B, já mencionadas.

Com os dados descritos, conclui-se na possibilidade de classificar o grupo G-4 como o grupo mais elitista e individualista, dentre todos os outros grupos participantes da oficina. Sobre a visão elitista a Ciência não é produzida de maneira individual, por grandes gênios enclausurados em torres de marfim e que em um súbito momento de inspiração fazem descobertas revolucionárias (BARBOSA; AIRES, 2018). Para Gil-Perez et. Al (2001), não se faz esforço para tornar a ciência acessível, e nem mostrar o seu caráter de construção humana, onde o cientista está sujeito a erros, tais como os próprios estudantes.

Em se tratando das visões elitistas que surgiram no grupo G-4, Cachapuz et al. (2011, p.44) afirmam:

Frequentemente insiste-se, explicitamente, em que o trabalho científico é um domínio reservado a minorias especialmente dotadas, transmitindo expectativas negativas para a maioria dos alunos, e muito em particular, das alunas, com claras discriminações de natureza social e sexual: a ciência é apresentada como uma atividade eminentemente “masculina”.

Neste sentido, para a superação da visão elitista, faz-se necessária a utilização de trechos históricos onde protagonizam figuras femininas em atividades envolvendo ciências, como as da esposa de Lavoisier, explorando seu papel como auxiliadora nos trabalhos do mesmo. Em um trabalho conduzido pelos autores Oliveira et a. (2017), ao realizar um levantamento de artigos publicados na Revista Brasileira do Ensino de Física, mostram pouca

menção de cientistas femininas nos artigos analisados. Tal fato contribui para difundir a concepção de que a ciência é uma atividade masculina.

O fato do grupo G-4 ter sido o grupo que obteve as maiores quantidades de unidades de significado das visões inadequadas elitista e individualiza reforça a relação que existe entre elas, em consonância com Cachapuz et. al (2011, p.52):

Assim, estas concepções aparecem associadas entre si, como expressão de uma imagem ingênua da ciência que se tem ido desencantando, passando a ser socialmente aceite. De fato essa imagem tópica da ciência parece ter sido assumida por numerosos autores do campo da educação, que criticam como características da ciência o que não são senão visões deformadas da mesma.

O que os autores pretendem mostrar no excerto acima é a aceitação destas visões inadequadas pela sociedade, e são combatidas por diversos trabalhos desenvolvidos por estudiosos do campo da educação, criticando um ensino que emerge em uma difusão de uma imagem errônea e simplista da ciência.

Ainda na tabela 2, é possível perceber que na categoria C.2, que corresponde à visão elitista da ciência, o grupo G-2 obteve unidades de significado em todas as subcategorias, 5 unidades na C.2A, 3 unidades na C.2B, 1 unidade na C.2C e 1 na subcategoria C.2D. Isso representa uma indecisão, quanto à concepção dos mesmos sobre a visão da ciência em questão. De acordo com os dados, não é possível concluir ou classificar o grupo em elitista ou não elitista e não se sabe ao certo se os mesmos possuem uma imagem correta ou ingênua da ciência quanto ao aspecto analisado na categoria.

Em uma análise macro do eixo 1, nota-se uma predominância de grupos que tiveram unidades de significado das subcategorias A em maior quantidade que nas subcategorias B (tabela 3).

Tabela 3: Subcategorias com mais unidades de significado no eixo 1

Categorias C.1		
Grupo	Subcategorias A	Subcategorias B
G-1	X	
G-2	X	
G-3	X	
G-4		X
Categorias C.2		
Grupo	Subcategorias A	Subcategorias B
G-1	X	
G-2	X	
G-3	X	

G-4		X
-----	--	---

Fonte: Próprio autor (2023)

Pela tabela 3, percebe-se que três grupos obtiveram maiores quantidades de unidades de significados nas subcategorias A, evidenciando uma possível superação das visões errôneas da natureza da ciência quanto aos aspectos elitista e individualista. Apesar da dificuldade em verificar a superação das visões inadequadas quanto ao grupo G-2, o mesmo obteve mais unidades de significado na subcategoria A, de visões corretas, dentre todas as subcategorias analisadas. Pode-se então inferir que a atividade investigativa mostrou-se positiva no enfrentamento das visões inadequadas da ciência para no mínimo dois grupos participantes.

De acordo com Oliveira et al (2017), a forma como o cientista trabalha, são particularidade dos mesmos, e sendo elas generalizadas promove a imagem distorcida de que ele é um ser solitário e aqueles que se proporem a seguirem carreira na ciência devem estar dispostos a enfrentar uma vida antissocial. Gil-Perez et al. (2001) afirma que essas imagens trazem uma repulsa dos estudantes sobre as áreas das ciências naturais, fato que torna tão importante a inserção de metodologias conduzidas a mostrar uma imagem correta da natureza da ciência.

5.7.2. ANÁLISE DO EIXO E.2

Nesta seção apresenta-se os desempenhos dos grupos referentes ao eixo 2, que tem como visões inadequadas da ciência aquelas ligadas ao método científico, ou seja, os caminhos em que se constroem os conhecimentos científicos, tais como a visão empírico-indutivista e atórica e a visão rígida, algorítmica e infalível.

A tabela 4 apresenta o quantitativo de unidades de significado referente às visões inadequadas do eixo 2 de cada grupo.

Tabela 4: Quantitativo de unidades de significado do eixo 2

Categoria C.3 – Visão empírico-indutivista e atórica				
Grupo	Subcategorias			
	C.3A	C.3B	C.3C	C.3D
G.1	5	2	0	0
G.2	2	9	0	0
G.3	3	6	1	1
G.4	2	4	0	1
Categoria C.2 – Visão rígida, algorítmica e infalível				
Grupo	Subcategorias			
	C.2A	C.2B	C.2C	C.2D

Grupo	C.4A	C.4B	C.4C	C.4D
G.1	3	4	0	0
G.2	2	6	0	0
G.3	2	6	0	1
G.4	2	3	1	1

Fonte: Próprio autor (2023)

Os dados extraídos da tabela 4 destacam o grupo G-1 aquele com maior número de unidades de significados da subcategoria C.3A, com 4 unidades de significado. Este grupo também obteve a maior quantidade de unidades de significado da subcategoria C.4A, com 4 unidades de significados. Como consequência deste desempenho, o grupo G-1 obteve a maior quantidade de unidades de significado dentre todos os grupos, com 8 unidades.

Os dados também mostram que o grupo G-2 obteve o maior número de unidades de significado nas subcategorias C.3B e C.4B, que se referem às visões inadequadas tratadas neste eixo. Foram 9 unidades de significados em C.3B e 6 unidades de significados em C.4B. Isso mostra a dificuldade que o grupo teve em perceber os aspectos do pluralismo metodológico e a importância da experimentação precedida de uma teoria. A ciência não se reduz a experimentos, pelo contrário, é extremamente abrangente e complexa (CARVALHO; ALMEIDA; GUIMARÃES, 2015).

Os dados revelam um grande número de unidades de significado das subcategorias B em todos os grupos, que correspondem às visões inadequadas nos aspectos estudados no eixo 2. Apenas no grupo G-1, na categoria C.3, a quantidade de unidades de significados referentes a uma visão correta é maior. Na categoria C.4, nenhum grupo conseguiu evidenciar uma imagem correta da ciência (tabela 5).

Tabela 5: Subcategorias com mais unidades de significado do eixo 2

Categoria C.3		
Grupos	Subcategoria A	Subcategoria B
G-1	X	
G-2		X
G-3		X
G-4		X
Categoria C.4		
Grupos	Subcategoria A	Subcategoria B
G-1		X
G-2		X

G-3		X
G-4		X

Fonte: Próprio autor (2023)

Isso mostra que essas visões são muito resistentes a serem desconstruídas. O desempenho dos participantes quanto às visões do eixo estão de acordo com Gil-Perez et.al (2001). Em trabalhos desenvolvidos pelos autores, a visão empírico-indutivista e atórica e a visão rígida, algorítmica e infalível foram as que mais surgiram, mostrando serem as mais frequentes na concepção de ciências carregadas por estudantes e professores. Uma das possíveis causas para a não superação dessas visões na pesquisa pode estar no fato das atividades investigativas não derem tanta ênfase no pluralismo metodológico da ciência durante a abordagem do episódio histórico, o que pode ter dificultado os participantes na percepção de diferentes caminhos para um empreendimento científico.

Para Marlusio e Silva (2005), há diferentes caminhos para se construir o conhecimento científico, e que eles são isentos de neutralidade. Além disso, o método científico é encarado pela sociedade como verdade absoluta e único e exclusivo caminho para chegar a uma ciência socialmente aceita, invalidando qualquer ideia ou conhecimento gerado fora deste princípio.

A ideia de método universal de ciência e a forte imagem ingênua da observação e experimentação nos empreendimentos científicos realçam ainda mais as visões errôneas da natureza da ciência, nos aspectos discutidos no eixo 2. Para superar essas concepções, Cachapuz et. al (2011, p.60) diz:

Outro ponto fundamental é a procura da coerência global. O fato de trabalhar em termos de hipóteses introduz exigências suplementares de rigor: é preciso duvidar sistematicamente dos resultados obtidos e de todo o processo seguido para obtê-los, o que conduz a revisões contínuas, a tentar obter esses resultados por caminhos diversos e, muito em particular, mostrar a sua coerência com os resultados obtidos em outras situações. É necessário chamar aqui à atenção contra as interpretações simplistas dos resultados experimentais e contra um possível “reducionismo experimentalista”: não basta um tratamento experimental para falsear ou verificar uma hipótese; trata-se sobretudo da existência, ou não, de coerência global com o marco de um corpus de conhecimentos.

Diante do excerto acima, é necessário enfrentar o reducionismo da ciência que leva a pensar na experimentação como a etapa crucial para a criação de um conceito científico, uma ideia simplista amplamente difundida, devendo portanto enfatizar o caráter tentativo do cientista e o consenso de outros pesquisadores no estudo de um fenômeno.

5.7.3. ANÁLISE DO EIXO 3

Nesta seção apresenta-se os desempenhos dos grupos referentes ao eixo 3, que tem como visões inadequadas da ciência aquelas ligadas aos aspectos históricos da ciência, tais como a visão linear e acumulativa e a visão aproblemática e ahistórica.

A tabela 6 apresenta o quantitativo de unidades de significado referente às visões inadequadas do eixo 3 de cada grupo.

Tabela 6: Quantitativo de unidades de significado do eixo 3
Categoria C.5 – Visão Linear e acumulativa

Grupo	Subcategorias			
	C.5A	C.5B	C.5C	C.5D
G.1	8	2	0	0
G.2	5	6	0	3
G.3	6	2	0	1
G.4	6	2	0	0

Categoria C.6 – Aproblemática e ahistórica

Grupo	Subcategorias			
	C.6A	C.6B	C.6C	C.6D
G.1	6	1	0	0
G.2	2	3	0	0
G.3	3	1	0	1
G.4	5	2	0	0

Fonte: Próprio autor (2023)

Os dados extraídos da tabela 4 destacam o grupo G-1 com maior número de unidades de significado referentes a subcategoria C.5A, com 8 unidades. O mesmo grupo teve o melhor desempenho na subcategoria C.6A, com 6 unidades de significado. Considerando as duas subcategorias juntas, o grupo obteve 12 unidades de significado que correspondem a concepções adequadas sobre os aspectos da ciência explorados no eixo 3.

Este resultado mostra que o grupo G-1 em questão teve o melhor desempenho entre todos os participantes, apontando ter entendimento satisfatório de que a ciência não é uma verdade absoluta, e que teorias são construídas e desconstruídas ao longo da história e que as investigações no campo científico sempre estão a resolver uma problemática da sociedade. Em muitas aulas de ciências vários aspectos são desconsiderados, tais como os eventos históricos, políticos, econômicos e as problemáticas que dão subsídios para a compreensão do desenvolvimento das ciências (COSTA; ZANIN; OLIVEIRA; ANDRADE, 2017).

Os dados das subcategorias C.5B e C.6B mostram que o grupo G-2 com o pior desempenho entre os participantes, pois apresentam visões inadequadas estudadas neste eixo. Para a primeira subcategoria do eixo mencionada, foram coletadas 6 unidades de significado. Para a categoria C.6B, o grupo obteve apenas 3 unidades de significado. Ao juntarmos as duas categorias, temos 9 unidades de significado que caracterizam visões inadequadas.

Pode-se observar nos dados da tabela x que o grupo G-2 teve um número de unidades de significado das subcategorias A e B muito próximas. Isso mostra uma tendência em classificar este grupo como indeterminado, uma vez que quase não há diferenças na quantidades de unidades de significados correspondentes a uma visão adequada e inadequada sobre aspectos históricos da ciência, e que suas concepções sobre tal assunto é confusa. Barbosa e Aires (2018) afirmam que visões inadequadas da ciências podem permanecer nos estudantes mesmo após aplicação de atividades de cunho histórico que buscam evidenciar características essenciais ao trabalho científico.

Sobre a visão aproblemática e ahistórica, Gil-Perez et al. (2001, p. 131) afirma:

[...] trata-se de uma concepção que o ensino da ciência reforça por omissão. De fato, os professores de ciências, tanto ao serem entrevistados como ao resolverem diferentes tipos de questões relativas à forma de introduzir os conhecimentos científicos, não fazem referência aos problemas que estão na origem da construção de tais conhecimentos. Isto é, a visão que transmitem, em geral, incorre implicitamente numa visão aproblemática.

Em suma, os autores referem-se à falta de abordagem dos problemas que originam os empreendimentos científicos no ensino de ciências, fato que reforça a visão aproblemática e ahistórica.

O fato do grupo G-2 ter sido o que obteve resultados idênticos nas subcategorias B, reforçam o que Cachapuz et al (2011, p.52) afirma sobre a relação que a visão aproblemática e ahistórica e a visão linear e acumulativa possuem:

Ambas as visões são uma interpretação simplista da evolução dos conhecimentos científicos, para a qual o ensino pode contribuir ao apresentar os conhecimentos hoje aceitos sem mostrar como eles foram alcançados, não se referindo às frequentes confrontações entre teorias rivais, às controvérsias científicas, nem aos complexos processos de mudanças

Em uma análise panorâmica do eixo 3, em consonância com os dados da tabela 6, vê-se no geral que três dos quatro grupos participantes obtiveram unidades de significado nas subcategorias A em maior quantidade que nas subcategorias B (tabela 7).

Tabela 7: Subcategorias com mais unidades de significados do eixo 3.

Categoria C.5		
Grupos	Subcategoria A	Subcategoria B
G-1	X	

G-2		X
G-3	X	
G-4	X	
Categoria C.6		
Grupos	Subcategoria A	Subcategoria B
G-1	X	
G-2		X
G-3	X	
G-4	X	

Fonte: Próprio autor (2023)

A tabela apresentada sugere que, em relação aos aspectos históricos da atividade científica, a maioria dos participantes possuem concepções corretas de que o conhecimento científico parte de um problema, e que o mesmo não pode considerado linear, uma vez que houveram muitas revoluções científicas ao longo da história da ciência e não uma ideia acumulativa de conhecimentos. Para a superação das visões inadequadas deste eixo, Gil-Perez et. al (2001) propõe recorrer a um aprofundamento epistemológico do ensino de ciências, afim de reorientar o trabalho dos professores quanto ao trabalho científico.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa traz contribuições no âmbito do Ensino de Química, onde foi investigado as potencialidades da abordagem histórico-investigativa na compreensão das características essenciais do trabalho científico. Neste estudo, licenciandos de química dos períodos finais do curso participaram de atividades investigativas envolvendo história da química, explorando o episódio da Teoria do Flogisto, tema usado como fio condutor durante as discussões presentes nas investigações. Nesta pesquisa, utilizou-se como referencial teórico, os autores Gil-Perez et al. (2001) e Cachapuz et al. (2011), que listam em seus estudos sete visões inadequadas que estudantes e docentes possuem sobre ciência. O estudo trouxe seis dessas sete visões para serem discutidas e analisadas como forma de investigar as concepções dos participantes sobre ciência e o trabalho científico, utilizando a metodologia investigativa proposta por Carvalho (2013) e que sustenta todo o estudo.

Recorreu-se a ATD de Moraes e Galiuzzi (2008) para análise dos três instrumentos de coleta de dados utilizados na pesquisa (entrevista, áudio dos debates e folhas de atividades). Por meio deles, foi possível obter algumas conclusões: a primeira relaciona-se a necessidade de atividades investigativas durante a formação de professores, fato mencionado pelos participantes durante as entrevistas. Investigações envolvendo aspectos epistemológicos da ciência se mostram importantes para a compreensão de como os empreendimentos científicos são desenvolvidos, desconstruindo estereótipos comuns sobre o cientista. O entusiasmo e o empenho dos participantes na execução das investigações também confirmaram que atividades como as desenvolvidas nesta pesquisa contribuem para um interesse por ciências.

A segunda está relacionada aos aspectos característicos da metodologia histórico-investigativa. A pesquisa revelou algumas dificuldades no desenvolvimento das atividades, sendo uma delas a compreensão de alguns textos históricos. Isso mostra que, apesar do grande potencial, ao utilizar textos históricos, deve-se ter bastante cuidado na escolha dos mesmos, preferindo aqueles que possuem uma linguagem acessível e ao mesmo tempo não comprometa o episódio histórico com erros anacrônicos. Outra dificuldade está na interpretação da pergunta proposta, pois são problemas diferentes de uma metodologia investigativa tradicional, sendo muito mais de cunho epistemológico, uma vez que a proposta da pesquisa é investigar aspectos da natureza da ciência em licenciandos em química.

A terceira consiste na superação de visões inadequadas sobre ciência dos participantes. A metodologia histórico-investigativa se mostrou eficiente em apresentar aos participantes os verdadeiros aspectos da ciência e na desconstrução de imagens ingênuas. Das seis visões

inadequadas de ciência estudadas no referencial teórico, quatro delas tiveram uma boa assimilação do que é a ciência e o trabalho de um cientista, sendo tais as visões elitista, a visão individualista, a visão linear e acumulativa e a visão aproblemática e ahistórica. A superação de tais visões já eram esperadas, uma vez que autores como Callegario et al. (2015) defendem a história da química como recurso que auxilia na compreensão epistemológica da natureza da ciência.

Outra conclusão está nas visões que não puderam ser sanadas pela proposta metodológica da pesquisa. Apenas duas visões se mostraram resistentes à mudanças, mesmo após a execução de todas as etapas das atividades investigativas propostas na metodologia, sendo tais visões a empírico-indutivista e ateórica e a visão rígida, algorítmica e infalível. Segundo dados colhidos dos instrumentos, os participantes apresentaram muita inconstância no que se refere a estas visões, demonstrando confusão em muitos momentos. Segundo Gil-Perez et al. (2001), essas visões são as mais comuns em trabalhos de investigação da natureza da ciência, e também as mais difíceis de serem superadas.

Por fim, menciona-se que, das etapas que constituem a abordagem histórico-investigativa, a etapa do momento das discussões em grupo, que promove o trabalho em equipe, mostra-se aquela que mais fomenta a superação das visões inadequadas sobre ciência que os participantes carregam. Na análise da abordagem histórico-investigativa, os participantes apresentaram quatro características essenciais da ciência, evidenciadas nos excertos retirados do roteiro de entrevista, tais são: o caráter coletivo do trabalho científico, a mutabilidade do conhecimento científico, o pensamento divergente e a não neutralidade dos empreendimentos científicos.

Salientamos que esta pesquisa visa trazer uma alternativa para o ensino dos aspectos da natureza da ciência, diante de outras vistas na literatura que possuem o mesmo objetivo. Contudo, indicamos alguns pontos que faltaram investigar e podem ser desdobrados em pesquisas futuras, tais como:

I) Escolha de outro episódio histórico como fio condutor para discussões sobre a natureza da ciência. Esta pesquisa salientou o grande potencial da História da Química tanto no ensino de conceitos como também de apresentar características essenciais da ciência. Contudo, não ficou claro na pesquisa se as visões inadequadas da ciência não superadas são por conta do episódio do flogisto, que não possibilitou essa superação, ou a própria metodologia histórico-investigativa que não oportuniza tal feito. A exploração de um outro episódio histórico pode esclarecer essa interrogação.

II) Aprofundar a investigação da formação de professores por outros referenciais teóricos. A abordagem histórico-investigativa ainda engatinha em cursos de formação de professores e estudos que buscam uma aplicação com o professor ainda em processo de formação se mostram importantes. O PCK (do inglês Pedagogical Content Knowledge) é um exemplo, quando se pretende compreender como o professor busca estratégias para ensinar aspectos da natureza da ciência.

III) Possibilidade de aplicação da metodologia histórico-investigativa na educação básica. Lembramos que esta pesquisa foi realizada com alunos de graduação, com futuros professores que lecionarão no ensino médio. A aplicação de uma metodologia histórico-investigativa com estudantes da educação básica pode revelar os limites e possibilidades da metodologia, abrindo caminho para a criação de materiais didáticos próprios para o estudo da natureza da ciência dentro de escolas públicas, contribuindo para a alfabetização científica e letramento científico dos estudantes.

7. REFERÊNCIAS

ARTHURY, L.H.M.; PEDUZZI, L.O.Q. **A teoria do Big Bang e a natureza da ciência.** Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n.20, p.59-90, 2015.

ÁVILA, R. N.; COUTO, S. V. O. **A importância do trabalho em equipe: uma revisão de literatura.** Trabalho de conclusão de curso de Gestão de Pessoas e Psicologia Organizacional – Faculdade Católica de Anápolis, 2013.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento.** Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBOSA, F.T.; AIRES, J.A. **Visões sobre natureza da ciência em artigos publicados em periódicos nacionais da área de ensino de ciências: um olhar para a educação em química.** Revista de Educação em Ciências e Matemática, vol.14, p.77-104, 2018.

BATISTA, Renata da Fonseca Moraes; SILVA, Cibelle Celestino. **A abordagem histórico-investigativa no ensino de ciências.** Revista Estudos Avançados, vol.94, p.97-110, 2018.

BATISTA, J. L. F.; DRUMMOND, J. M. H. F.; FREITAS, D. B. F. **Fontes primárias no ensino de física: Considerações e exemplo de propostas.** Caderno Brasileiro de Física, v.32, n.3, p.663-702, 2015.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. de; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A Necessária renovação do ensino de ciências.** São Paulo: Cortez, 2011.

CALADO, J. **Haja Luz! Uma História da Química através de tudo.** São Paulo: IST Press, 2012.

CALLEGARIO, L. J.; HYGINO, C. B.; ALVES, V. L. O.; LUNA, F. J.; LINHARES, M. P. **A história da ciência no ensino de química: uma revisão.** Revista Virtual de Química, vol.7, n.3, p.977-991, 2015.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação na sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação.** Revista Brasileira de Pesquisa e Educação em Ciências, p.765-794, 2018.

CARVALHO, H. R.; NASCIMENTO, L. ALBUQUERQUE; SILVA, B. V. C. **Uso de textos históricos para uma abordagem pedagógica sobre a natureza da ciência.** Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n.23, p.7-37, 2017.

CARVALHO, L. J.; ALMEIDA, D.; GUIMARÃES, C. R. P. **O método científico na visão de graduandos em ciências biológicas – Licenciatura da Universidade Federal de Sergipe/ Campus São Cristóvão.** IX Colóquio Internacional São Cristóvão-SE. 2015.

CHALMERS, A.F. **O que é ciência, afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

COSTA, F. R. S.; ZANIN, A.P.S.; OLIVEIRA, T. A. L.; ANDRADE, M. A. B. S. **As visões distorcidas da Natureza das Ciências sob o olhar da História e Filosofia da Ciência: uma análise nos anais dos ENEQ e ENEBIO de 2012 a 2014.** Revista ACTIO: Docência em Ciências, v.2, n.2, p. 4-20, 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 2008.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. **Para uma imagem não deformada do trabalho científico.** Revista Ciência & Educação, vol.7, nº2, p.125-152, 2001

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar.** Rio de Janeiro: Record, 1997.

KASSEBOEHMER, Ana Claudia.; HARTWIG, Dacio Rodney. e FERREIRA, Luiz Henrique. **Contém Química 2: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo.** São Carlos: Pedro & João Editores, 2015.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas.** 12^oed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

LAMBACH, M.; MARQUES, C.A. **Lavoisier e a influência nos estilos de pensamento químico: contribuições ao ensino de química contextualizado sócio-historicamente.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. v.14, n.1, p.14-29, 2014.

MAGALHÃES, B.L.A.; COSTA, A.M.A. **O Flogisto na Gênese das Teorias de Lavoisier.** Revista Bicentenário, n.53, p.9-14, 1994.

MARLUSO, M. A. G; SILVA, R. M. G. **Os métodos científicos como possibilidade de construção de conhecimentos no ensino de ciências.** Revista Eletrônica de Enseñanza de las ciencias, vol.4, nº 3, 2005.

MARTORANO, S.A.A; MARCONDES, M.E.R. **Investigando as dificuldades dos professores de química do ensino médio na abordagem histórica da química.** Revista História da Ciência e Ensino, vol.6, p.16-31, 2012.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento.** 10. ed. São Paulo: HUCITEC, 2007.

MONTANINI, S. M. P.; MIRANDA, S. C.; CARVALHO, P. S. **O ensino de Ciências por investigação: abordagem em publicação recente.** Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais. Vol. 7, nº2, p.288-304, 2018.

MORAES, R. **Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva.** Ciência & educação, vol. 9, n.2, p. 191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. **Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces.** Ciência & Educação, vol. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

MOSLEY, M; LYNCH, J. **Uma História da Ciência: experiência, poder e paixão.** Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

NEVES, L. S. das; FARIAS, R. F. de; **História da Química: um livro texto para a graduação**. 2ª ed. São Paulo: Editora Átomo, 2008.

OKI, M.C.M. **A eletricidade e a Química**. Química Nova na Escola, n. 12, p. 34-37, 2000

OKI, M.C.M.; MORADILLO, E. F. de. **O ensino de história da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência**. Revista Ciência & Educação, vol.14, p.67-88, 2008.

OLIVEIRA, D.A.; CAVALARI, M. F.; GIACOMETTI, M. S. **Visões de ciência e a imagem m do cientista: um estudo dos trabalhos publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC. 2017

PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: EDUFRRN, 2012.

PRADO, L. do; CARNEIRO, M.C. **O episódio histórico das teorias do flogisto e calorífico: criando interfaces entre a História e Filosofia das Ciências e o Ensino de Química na busca pela humanização do trabalho científico**. Revista História da Ciência e Ensino, vol.18, p.153-180, 2018.

RODRIGUES, Alvorci Vidal; MULLER, Thaísa Jacintho; LAHM, Regis Alexandre; FILHO, João Bernardes da Rocha. **Concepções sobre ciência e fazer científico de estudantes de um curso normal e possíveis implicações nas atitudes futuras desses professores**. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia Alexandria, vol.12, nº2, p.65-92, 2019.

SACKS, O. **Tio Tungstênio: memórias de uma infância química**. 2.ed. São Paulo: Schwarcz LTDA, 2001.

SANTOS, Clarice Silva dos; BEZERRA, Ada Augusta Celestino. **História da Química na graduação: lacunas e dificuldades na formação docente**. 9º Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional, vol.9, p.1-10, 2016.

SANTOS, James Kened Rodrigues dos; SANTOS, Viviane Barbosa dos. **Ideias sobre Ciência e Atividade Científica: concepções dos alunos de licenciatura**. XI Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências. p.1-11, 2017.

SCREMIN, D. M.; AIRES, J. A. **Visões de ciências e cientistas: análise de uma proposta didática baseada em um Texto Histórico**. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química e X Encontro de Educação Química da Bahia, 2012.

SILVA, B. V. C. **Textos históricos de natureza pedagógica na formação de professores de física**. Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. 14, anais, Maresias, 2012.

SILVEIRA, F.L. **A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos**. Revista Catarinense de Ensino de Física, vol.13, n.3, p.219-230, 1997.

SOUZA, D.C.D. **A construção histórico social de gênero: significados sociais e sentidos para professores de Ciências**. Dissertação de Mestrado em Educação para Ciência – Faculdade de Ciências, Bauru, 2018.

VANIN, José Atílio. **Alquimistas e químicos: o passado, o presente e o futuro**. São Paulo: Moderna, 2005.

VIANA, H. E. B.; PEREIRA, L. dos S.; OKI, M. C. C. **A história da Química como disciplina de graduação: Levantamento de concepções de graduandos do IQ/UFBA**. Revista História da Ciência e Ensino, vol. 4, p.6-12, 2011.

VIDAL, B. **História da Química**. São Paulo: Edições 70, 1986.

WARTHA, Edson José; LEMOS, Marcos Mendonça. **Abordagens investigativas no ensino de Química: limites e possibilidades**. Revista de Educação, Ciências e Matemática, v.24, p.5-13, 2016.

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

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(A) Sr(a) está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa **ABORDAGEM HISTÓRICO-INVESTIGATIVA: CONTRIBUIÇÕES PARA A MUDANÇA DE CONCEPÇÕES INADEQUADAS SOBRE CIÊNCIAS DE ALUNOS DE LICENCIATURA EM QUÍMICA** cujo pesquisador responsável é **Robson Vieira Kakijima**. Os objetivos do projeto são: Investigar as potencialidades da abordagem histórico-investigativa, a partir de um episódio da história da química, na mudança das concepções sobre ciências de alunos de licenciatura em química de uma universidade pública do Amazonas; Identificar as concepções prévias sobre ciências de alunos de licenciatura em química e identificar quais etapas da abordagem histórico-investigativa contribuem para a superação das concepções inadequadas sobre ciência. O(A) Sr(a) está sendo convidado por que faz parte do curso de Licenciatura em Química, já cursou ou está cursando a disciplina de História da Química.

O(A) Sr(a) tem de plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma para o tratamento que recebe neste serviço na Universidade Federal do Amazonas – UFAM, de acordo com a Resolução CNS nº 466/12 e complementares.

Caso aceite participar, sua participação consiste em responder questionários e entrevistas a respeito de aspectos gerais da ciência e participar de oficinas utilizando textos relacionados à história da química. Para o registro das respostas, será feita a gravação do áudio da entrevista; por se tratar de uma conversa de caráter científico, assegura-se a confidencialidade e privacidade de suas respostas e qualquer nome que seja mencionado será trocado por uma representação genérica. Garante-se que as respostas não serão utilizadas em prejuízo pessoal, inclusive em termos de auto estima, de prestígio e/ou de aspectos socioeconômicos.

Toda pesquisa com seres humanos envolve riscos aos participantes. Nesta pesquisa os riscos para os participantes são: Quanto às atividades práticas de preenchimento de questionários, entrevista e realização de oficinas pode haver cansaço ou aborrecimento ao responder as perguntas, constrangimento ao se expor durante a realização de testes; desconforto, ou alterações de comportamento durante gravações de áudio e vídeo; alterações na autoestima provocadas pela evocação de memórias ou por reforços na conscientização sobre uma condição

física ou psicológica restritiva ou incapacitante. Esses riscos muitas vezes são expressos na forma de desconforto.

Sobre os riscos relacionados ao covid-19, a contaminação pelo coronavírus pode causar desde sintomas leves a sintomas mais severos, levando o indivíduo contaminado a internação e até a morte. Diante das incertezas para o ano de 2022 em relação à pandemia do covid-19, e os riscos que o vírus traz, optou-se em realizar todas as atividades que envolvem a pesquisa de maneira remota, preservando assim a integridade dos alunos participantes e pesquisadores.

Em se tratando de coleta de dados de forma remota, é necessário cuidado quanto aos riscos dessa modalidade de coleta. Os principais podem ser o vazamento de informações pessoais referente aos participantes da pesquisa e a perda de dados, que prejudicará o pesquisador. Para evitar tais riscos, será disponibilizado o link do TCLE e dos instrumentos de coleta, via google formulários. Estes formulários ficarão em posse apenas do pesquisador e gravados no drive, evitando que as informações se percam.

Insistimos no caráter de "convite" aos entrevistados, ou seja, só participará da pesquisa quem quiser e puder colaborar de maneira totalmente voluntária, livre e facultativa. Os entrevistados serão convidados a participar mediante a explicação dos objetivos do projeto de pesquisa, acompanhado de termos de compromisso redigidos pelos pesquisadores assegurando tanto o anonimato total do participante quanto a possibilidade de exclusão das respostas dadas da pesquisa caso o entrevistado desejar.

Também são esperados os seguintes benefícios com esta pesquisa: o participante terá a oportunidade de investigar e discutir sobre as visões inadequadas da ciência e quais são as verdadeiras concepções sobre o trabalho da comunidade científica, a imagem do cientista e como a ciência está relacionada com a sociedade.

Se julgar necessário, o(a) Sr.(a) dispõe de tempo para que possa refletir sobre sua participação, consultando, se necessário, seus familiares ou outras pessoas que possam ajudá-los na tomada de decisão livre e esclarecida, de acordo com a Resolução CNS nº 466/12 e complementares.

Garantimos ao(à) Sr(a) o ressarcimento das despesas devido sua participação na pesquisa, ainda que não previstas inicialmente. O ressarcimento dar-se-á pelo pesquisador responsável, sendo em espécie ou depósito em conta, conforme as solicitações do participante ressarcido.

Também estão assegurados ao(à) Sr(a) o direito a pedir indenizações e cobertura material para reparação a dano, causado pela pesquisa ao participante da pesquisa, de acordo com a Resolução CNS nº 466/12.

Asseguramos ao(à) Sr(a) o direito de assistência integral gratuita devido a danos diretos/índiretos e imediatos/tardios decorrentes da participação no estudo ao participante, pelo tempo que for necessário, conforme previsto na Resolução CNS nº466 de 2012.

O(A) Sr(a) pode entrar em contato com o pesquisador responsável Robson Vieira Kakijima qualquer tempo para informação adicional no endereço Avenida Rodrigo Octávio, n.º 3000 - Coroado I Campus Universitário, Departamento de Química, Manaus - AM, CEP: 69077-000; por meio do telefone

(92) 992769554; ou ainda, pelo e-mail kakijima.robson@gmail.com. O(A) Sr(a) também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Amazonas (CEP/UFAM) e com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), quando pertinente. O CEP/UFAM fica na Escola de Enfermagem de Manaus (EEM/UFAM) - Sala 07, Rua Teresina, 495 – Adrianópolis – Manaus – AM, Fone: (92) 3305-1181 Ramal 2004, E-mail: cep@ufam.edu.br. O CEP/UFAM é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

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

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Declaro que eu, _____, concordo em participar da pesquisa.

Manaus, ___/___/_____

Assinatura do participantes

Assinatura do pesquisador responsável

APÊNDICE B – FOLHAS DE ATIVIDADES

ATIVIDADE 1 – A TEORIA DO FLOGISTO

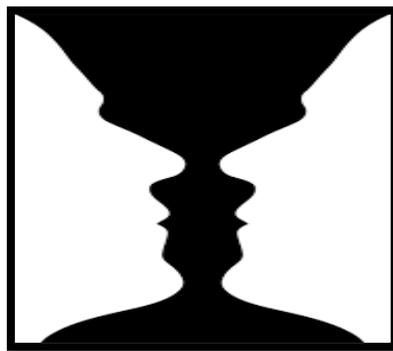
Introdução

O século XVIII foi marcado por profundas transformações na ciência, sobretudo na área da química, que viu a mística alquimia dar lugar ao conhecimento científico sistematizado. Este período é reconhecido como A Revolução Química. Este século carregou consigo algumas teorias que hoje não são mais válidas, mas naquele período tinham muita força e adeptos que defendiam com unhas e dentes o corpo de ideias vindas destas teorias. Uma delas é conhecida como Teoria do Flogisto, que perdurou por mais de um século, até ser totalmente abandonada e substituída por uma nova teoria, conhecida como Teoria do Oxigênio.

Textos: O episódio histórico das teorias do flogisto e calórico / O flogisto e a gênese das teorias de Lavoisier / As primeiras teorias científicas do século XVIII.

Problema

Certo estudante de licenciatura em química, em uma das aulas de história da química, teve contato com alguns textos que versavam sobre A Teoria do Flogisto. Após uma profunda leitura, tomado por uma intensa inspiração, teve a ideia de colocar no papel de parede do seu celular uma imagem que representasse a sua concepção sobre ciência após as leituras. Buscou na internet e encontrou a seguinte imagem:



O estudante havia percebido que possuía uma visão equivocada sobre ciência e que os textos lidos sobre o flogisto o ajudaram a ter uma nova concepção sobre o trabalho científico. Leia os textos fornecidos pelo professor, e proponha explicações que associam o papel de parede do celular do estudante com o episódio sobre a Teoria do Flogisto. Qual visão você acredita que o estudante tinha sobre ciência?

Registro individual

Neste primeiro momento, realize a leitura individual dos textos e escreva as suas próprias explicações. Registre abaixo suas conclusões.

Registro em equipe

Reúna com sua equipe e discuta as suas conclusões e em seguida, entre em consenso com todos os membros para elaborar uma única explicação. Esta será a conclusão da equipe. Registre abaixo a explicação da equipe.

ATIVIDADE 2 – O EXPERIMENTO DE LAVOISIER

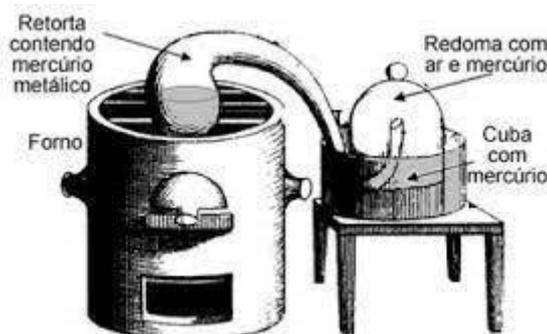
Introdução

No primeiro dia da oficina, vimos que antes de Lavoisier, a teoria que melhor explicava os processos de combustão de uma substância era a Teoria do Flogisto. Ela, por sinal, continha uma rede de conceitos e explicações que abrangia um corpo de conhecimentos amplo, fato que a tornou aceita pela maioria dos cientistas da época, mesmo com algumas contradições, ignoradas pelos seus defensores. Contudo, pudemos ver na atividade passada que a chegada da Teoria do oxigênio, proposta por Lavoisier gerou uma disputa entre as teorias, que veio ao fim no século XVIII. Esta disputa nos mostrou que a ciência não segue uma linearidade, e sim um processo de construção e desconstrução de corpos teóricos outrora bem estabelecidos.

Parte 1

Problema

A fim de combater a teoria do flogisto e mostra-la que ela estava errada, Lavoisier lançou mão de alguns experimentos. Dentre eles está um em que ele utiliza o elemento mercúrio (Hg). A ilustração deste se encontra abaixo:



Este experimento permitiu também que Lavoisier formulasse a sua famosa lei da conservação das massas. Proponha uma explicação para este experimento utilizado por Lavoisier, descrevendo os fenômenos que ocorrem e o funcionamento do aparato ilustrado, apresentando conceitos científicos. Em seguida, explique qual a conclusão deste experimento que Lavoisier argumentou para atacar a teoria do flogisto.

Registro individual

Registro em equipe

Parte 2

Uma das contradições da teoria do flogisto está no fato dos metais, ao serem calcinados, aumentam de tamanho, ao invés de diminuir, como propunha a teoria, sendo este o ponto mais atacado da teoria do flogisto. Proponha uma estratégia para demonstrar o aumento da massa de um metal ao ser calcinado, utilizando matérias de fácil acesso.

Dica: pense em um experimento, descrevendo-o e explicando por meio de conceitos químicos.

Observação: você não deve usar o experimento da parte 1 como estratégia. Porém, você pode utilizar os conceitos científicos que você usou para explicá-lo.

Registro individual

Registro em equipe

ATIVIDADE 3 – QUEM DESCOBRIU O OXIGÊNIO?

Introdução

Na atividade anterior, estudamos um dos experimentos utilizados por Lavoisier para a derrubada da Teoria do Flogisto. A calcinação do mercúrio forma a cal de mercúrio e um gás responsável por aumentar a chama de uma vela. Este gás é conhecido hoje como o oxigênio e ainda não havia sido descoberto na época em que Lavoisier. Sua interpretação era de que o mercúrio reagia com “algo no ar”, para formar o óxido. Após o reconhecimento do oxigênio como um elemento químico presente no ar, Lavoisier teve base suficiente para refutar definitivamente o flogisto. A descoberta deste gás teve envolvimento direto de três cientistas: Carl Scheele, Joseph Priestley e Antoine Lavoisier.

Textos: Os Ares de Priestley / Priestley, o descobridor do oxigênio e inventor do refrigerante / Uma descoberta simultânea / A química dos gases – um prelúdio para a teoria antiflogista de Lavoisier.

Problema

Scheele, Priestley e Lavoisier realizaram experimentos muito parecidos, que produziam o gás oxigênio. Os dois primeiros eram flogistas e tinham uma interpretação dos resultados sob a luz da teoria do flogisto. Já Lavoisier, teve outra interpretação de seus experimentos que exclui totalmente as ideias flogistas. Procure nos textos fornecidos quais eram esses experimentos, explicando-os as interpretações de cada linha de pensamento. É permitido utilizar qualquer forma de explicação: desenhos, esquemas, mapas mentais, etc.

Parte 1

- Para as ideias de Scheele e Priestley:

Registro individual

Registro em equipe

-
-
- Para as ideias de Lavoisier

Registro individual

Registro em equipe

Parte 2

Se você fosse um historiador, e tivesse a missão de atribuir o mérito pelo descobrimento do oxigênio, para quem você daria? Aquele que fez pela primeira vez o experimento, aquele que publicou primeiro ou o que melhor interpretou os resultados? Analise os textos e busque resolver este problema.

Registro individual

Registro em equipe

ATIVIDADE 4 – LAVOISIER, O PAI DA QUÍMICA MODERNA?

Introdução

Na atividade anterior, vimos a polêmica história do oxigênio e a disputa entre Priestley e Lavoisier pelo crédito da descoberta do elemento que deu as bases necessárias para a derrubada da teoria flogista. Após este episódio, a química passou por uma intensa e radical transformação que proporcionou um amadurecimento da ciência química e absorvesse a sistematização e racionalidade dos fenômenos químicos que outrora não havia. Em um trecho do texto “Tio Tungstênio” de Oliver Sacks, representa bem a situação da química até o século XVIII:

“Embora uma infinidade de reações químicas tenha sido estudada, não havia uma avaliação ou mensuração sistemática dessas reações. Desconhecia-se a composição da água, como também da maioria das outras substâncias. Os minerais e os sais eram classificados segundo sua forma cristalina ou outras propriedades físicas, e não por seus componentes. Não havia uma noção clara de elementos ou compostos.”

Foi neste contexto de “confusão” que Lavoisier nasceu e fez seu nome na história da química, sendo responsável por publicar sua obra mais famosa, o “Traité Elementaire de chimie”, em 1789.



Textos: Tio Tungstênio / A circulação de ideias fortalecendo o movimento antiflogista e estabelecendo um novo estilo de pensamento / A nomenclatura Química.

Problema

Ao realizarmos uma breve busca pelo nome Lavoisier na internet, encontramos aos montes sites e blogs que o colocam como o “pai da química moderna”. Nos livros didáticos de

química também. Essa paternidade atribuída a Lavoisier se deu por ele ser o responsável pela sistematização da química, propondo uma nova nomenclatura para substâncias químicas já descobertas. No seu ponto de vista, é justo considerarmos Lavoisier o pai da química moderna? Proponha uma explicação, levando em consideração o processo de construção das ciências que você percebeu na leitura dos textos propostos.

Dica: pense na obra mais famosa de Lavoisier e o propósito do seu escritor em publicá-la.

Registro individual

Registro em equipe

APÊNDICE D – ROTEIRO DE ENTREVISTA

Roteiro de entrevista

Olá! Eu me chamo Robson Kakijima, sou aluno de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Química. Irei realizar uma entrevista, que faz parte do meu projeto de dissertação intitulado “Abordagem Histórico-Investigativa: contribuições para mudança de concepções sobre ciências de alunos de Licenciatura em Química”. Esta entrevista será dividida em três blocos e não há resposta certa ou errada, interessando na pesquisa apenas sua opinião sobre o que será perguntado.

BLOCO 1 – SOBRE AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS

Q.01 – Você já havia tido contato com a metodologia investigativa? Comente.

Q.02 – Quais foram as maiores dificuldades que você enfrentou na execução das atividades investigativas?

Q.03 – O que você achou dos textos utilizados durante as atividades?

Q.04 – Você acha que discutir as atividades em grupo ajudou você a elaborar melhor suas ideias?

Q.05 – O que mais você gostou ao realizar o trabalho em equipe?

Q.06 – E o que você menos gostou?

Q.07 – Houveram muitas divergências entre os membros de sua equipe no momento da elaboração da explicação do grupo?

BLOCO 2 – SOBRE OS ASPECTOS DA CIÊNCIAS

Q.08 – Para você, como é o trabalho de um cientista?

Q.09 - De que maneira o episódio do flogisto contribuiu para o seu entendimento sobre a história da ciência?

Q.10 - O que você achou da atitude de Lavoisier em reproduzir experimentos de outros cientistas sem dar os devidos créditos aos mesmos?

Q.11 - Você acha que esta atitude seria aceita na ciência atual? Por que?

Q.12 – Havia alguma coisa sobre a vida de Lavoisier que foi discutida nas atividades que você não sabia?

BLOCO 3 – SOBRE A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Q.13 – Com quais metodologias ativas você já teve contato durante o seu curso?

Q.14 – Você acredita que no seu curso de licenciatura, há uma preparação para que o futuro professor utilize alguma metodologia investigativa na sala de aula?

Q.15 - Um professor de Química precisa saber História da Química? Por quê?

Q.16 – De que maneira atividades investigativas como as que você realizou podem contribuir para sua formação como futuro professor de Química?

Q.17 – Como futuro professor, você usaria metodologias investigativas na sua sala de aula?

Q.18 - Como a história da química no curso de formação de professores pode contribuir para sua formação profissional?

ANEXO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS - UFAM



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ABORDAGEM HISTÓRICO-INVESTIGATIVA: CONTRIBUIÇÕES PARA A MUDANÇA DE CONCEPÇÕES INADEQUADAS SOBRE CIÊNCIAS DE ALUNOS DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Pesquisador: ROBSON VIEIRA KAKIJIMA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 55188121.4.0000.5020

Instituição Proponente: Programa de Pós Graduação em Química

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB INFORMAÇÕES BÁSICAS DO PROJETO 1859403.pdf	03/03/2022 18:55:40		Aceito
TCLE / Termos de	TCLE_modificado_versao_3.pdf	03/03/2022	ROBSON VIEIRA	Aceito

Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_modificado_versao_3.pdf	18:54:20	KAKIJIMA	Aceito
Parecer Anterior	Carta_Resposta_2.pdf	03/03/2022 18:53:54	ROBSON VIEIRA KAKIJIMA	Aceito
Parecer Anterior	Carta_resposta.pdf	17/02/2022 11:36:23	ROBSON VIEIRA KAKIJIMA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_detalhado_modificado.pdf	17/02/2022 11:35:29	ROBSON VIEIRA KAKIJIMA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_modificado.pdf	17/02/2022 11:34:46	ROBSON VIEIRA KAKIJIMA	Aceito
Outros	Termo_de_anuencia_Robson_Kakijima.pdf	23/12/2021 11:19:55	ROBSON VIEIRA KAKIJIMA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_instituicao_infraestrutura_Robson.pdf	23/12/2021 10:20:49	ROBSON VIEIRA KAKIJIMA	Aceito
Orçamento	Orcamento_Robson_Kakijima.pdf	23/12/2021 10:19:45	ROBSON VIEIRA KAKIJIMA	Aceito
Cronograma	Cronograma_Robson_Kakijima.pdf	23/12/2021 10:14:55	ROBSON VIEIRA KAKIJIMA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_Robson_Kakijima.pdf	23/12/2021 10:07:24	ROBSON VIEIRA KAKIJIMA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MANAUS, 19 de Março de 2022

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