



UnB

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Arthur Velardi Cerqueira

**A HISTÓRIA DE VIDA DE GILBERT LEWIS E A
NATUREZA DA CIÊNCIA: UM ESTUDO DE CASO
PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília – DF

2.º/2022



UnB

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Arthur Velardi Cerqueira

**A HISTÓRIA DE VIDA DE GILBERT LEWIS E A
NATUREZA DA CIÊNCIA: UM ESTUDO DE CASO
PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentado ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Jheniffer Micheline Cortez

2.º/2022

DEDICATÓRIA OU EPÍGRAFE

"Há catedrais antigas que, além de seu propósito consagrado, inspiram solenidade e admiração. Até o visitante curioso fala de coisas sérias, com voz, e como cada sussurro reverbera pela nave abobadada, o retorno do eco parece trazer uma mensagem de mistério. O trabalho de gerações de arquitetos e artesãos foi esquecido, o andaime erguido para a labuta foi há muito tempo removido, seus erros foram apagados ou foram escondidos pela poeira dos séculos. Vendo apenas a perfeição do todo completo, ficamos impressionados com alguma existência sobre-humana. Mas às vezes entramos em tal edifício que ainda está parcialmente em construção; depois o som dos martelos, o fedor do tabaco, as brincadeiras triviais passadas de operário para operário, permitem-nos perceber que estas grandes estruturas são apenas o resultado de dar ao esforço humano comum uma direção e um propósito. A ciência tem suas catedrais, construídas pelos esforços de alguns arquitetos e muitos trabalhadores..."

Gilbert Lewis, 1923

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a minha família. Minha mãe Sabrina que sempre batalhou e me deu todo o suporte possível para nunca faltar nada. Ao meu “paidrasto” Charles, por me criar desde os 2 anos de idade e me mostrar o real significado dos estudos e da importância de hoje estar aqui quase concluindo um curso superior na mesma Universidade em que você concluiu. Minha irmã Ana Clara, desculpa por te encher tanto o saco, mas você sabe o quanto eu te amo e acredito no seu sucesso, você é muito cabeçuda mesmo tão nova ainda.

Agradecer a minha vó Lygia e meu vô Antônio, minhas bases desde criança, por não deixarem de acreditar em mim e, mesmo morando longe, batalhando muito para o sucesso de todos os netos.

À minha orientadora faltam palavras. Jheniffer, obrigado por todo o suporte não só nesse trabalho, mas muitas vezes emocional, me mostrando que a construção de um trabalho pode ser leve e divertida mesmo demandando muito esforço e tempo. Se esse trabalho é sobre valorizar cientistas, é preciso deixar claro o quanto você merece reconhecimento por tudo que faz. Você é uma incrível não só para mim, mas para o Instituto de Química, por chegar recentemente e em tão pouco tempo participar de vários projetos e contagiar todos com sua alegria e vontade de viver mesmo nos momentos de esgotamento. Espero um dia continuar trabalhando com você e que a gente possa publicar mais trabalhos futuramente.

Preciso agradecer a Isabella, minha namorada, meu amor. Obrigado por estar comigo e ser meu suporte para os momentos mais difíceis em que passei escrevendo esse trabalho. Tiveram momentos em que pensei em desistir, mas você me trouxe e me traz sempre de volta. Obrigado por me ajudar, e eu sei que às vezes você passa por muitas barras e perrengues pelos mais diversos motivos, mas quero que saiba que eu vou estar aqui, step by step, assim como você esteve, com certeza a minha maior inspiração dentro dessa universidade.

Agradecer aos meus amigos, principalmente os que cultivei dentro da UnB. Thayllan, Mari, Thaís, Thalita, Babi, Vitor e ao resto do 1/18, todos sabem que somos o melhor semestre. Agradecer a Gabi e a Duda por estarem sempre ao meu lado e por me ouvirem quando preciso desabafar sobre qualquer assunto, espero levar todos vocês pra vida.

Por fim agradecer ao meu primeiro orientador, Mól, por me dar a base para a elaboração desse trabalho e também destacar todos os professores da Divisão de Ensino da UnB, orgulho e admiração por vocês definem minhas palavras ao longo dessa trajetória.

RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo propor e validar um Estudo de Caso histórico sobre Gilbert Lewis, além de avaliar as potencialidades dessa abordagem na aprendizagem de aspectos da Natureza da Ciência e investigar as concepções prévias de estudantes do Ensino Médio sobre os cientistas e o processo de construção do fazer científico. Por meio de uma pesquisa qualitativa, foi possível uma aplicação para estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Brasília, utilizando os aspectos consensuais da Natureza da Ciência juntamente com o *Draw a Scientist Test* além de Questionários VNOS e questionários produzidos pelo autor. Houve o recorte de um episódio histórico que explicita a construção da Teoria dos Pares Compartilhados de 1923, em que se passa a entender melhor a formação da Regra do Octeto e as várias relações interpessoais como interferentes do fazer científico e da vida do cientista em questão. Tal abordagem, permitiu a inserção de uma Análise Textual Discursiva como instrumento de análise dos dados e como resultado satisfatório, a necessidade de mais elementos de História e Filosofia das Ciências nas salas de aula como contribuintes do processo de ensino e de aprendizagem.

Palavras-chaves: História e Filosofia das Ciências; Construção da Ciência; Relações Interpessoais

NASCE UM PESQUISADOR

Meu nome é Arthur Velardi Cerqueira, tenho 23 anos e estou concluindo o curso de Licenciatura em Química na Universidade de Brasília. Resolvi trabalhar com essa temática porque acredito que a história de vida dos cientistas também merece ser valorizada, tendo em vista que esses fatores externos às pesquisas, influenciam a forma de trabalhar, os interesses e as motivações para essa produção.

Outro fator que me levou à essa escolha foi a falta de um contato com a química historicamente construída, desde o Ensino Médio, se estendendo também à falta de disciplinas com essa abordagem no currículo do curso superior. Ao me matricular na disciplina “Evolução dos Conceitos da Química”, com o meu primeiro orientador Gerson Mól, tive a oportunidade de trabalhar pela primeira vez a construção do conhecimento químico, assim como assistir um documentário sobre a vida de Marie Curie e sua importante participação na Primeira Guerra Mundial. Isso logo me despertou o interesse em pesquisar como a história de vida dessas pessoas podem estar diretamente ligadas em toda essa construção da ciência, analisando inclusive que o período histórico e social em questão, além das necessidades científicas da época, podem promover um maior avanço ou retardar os estudos de alguns pesquisadores.

Sempre me mostrei empático e preocupado com as pessoas que estão ao meu redor, desde o Ensino Médio e ao ingressar na UnB, gostava de assistir documentários sobre a vida de cientistas, me interessando bastante pela vida de físicos como Albert Einstein e Nikola Tesla.

Até então, não havia pensado em procurar sobre a vida de químicos, e após a disciplina citada anteriormente, em uma breve pesquisa sobre Gilbert Lewis, encontrei o livro de Patrick Coffey intitulado “*Cathedrals of Science: The Personalities and Rivalries That Made Modern Chemistry*”. Na capa do livro já havia uma foto de Lewis e percebendo o título da obra, já percebi que seria um livro interessante de ser lido. Encontrei um *pdf* e mesmo sem tradução me desbravei pelos primeiros capítulos, os quais achei muito interessantes e detalhados, me levando a querer estudar sua vida de maneira mais aprofundada e utilizar do episódio histórico como objeto de estudo a ser incorporado nas salas de aula, acreditando ser muito injusto com o cientista, o reconhecimento de sua obra, sem levar em consideração a desconhecida trajetória.

SUMÁRIO

Introdução	8
Capítulo 1 – Natureza da Ciência.....	10
1.1. Uma breve apresentação da Natureza da Ciência	10
1.2. Desafios nas propostas de ensino em HFC	15
1.3. Dos Desafios aos Obstáculos para inserção da HFC em Sala de Aula	17
Capítulo 2 – Gilbert Lewis: Vida e Contribuições	19
2.1. Vida conturbada.....	19
2.2. As diversas contribuições	22
Capítulo 3 – Metodologia.....	25
3.1. Natureza e contexto da pesquisa.....	25
3.2. Coleta de Dados: estruturação e aplicação em sala de aula	26
3.4. Metodologia de Análise dos Dados	31
Capítulo 4 – Análise dos Dados	33
4.1. Análise dos Desenhos.....	33
4.2. Análise dos Questionários Iniciais	39
4.3. Análise do Estudo de Caso	46
4.4. Análise dos Questionários Finais	56
Considerações Finais.....	63
Referências Bibliográficas	66
Apêndices	70

INTRODUÇÃO

O estudo do Ensino de Ciências como objeto de pesquisa, surgiu a partir de uma necessidade estampada pela Guerra Fria no Século XX, de entender que os avanços na pesquisa não possuíam prosperidade apenas no incentivo às tecnologias, mas sim, na renovação de pesquisadores e no estímulo à qualidade educacional, refletida ainda no Ensino Básico (SANTOS E PORTO, 2013).

A partir disso, diversos estudiosos buscam entender os melhores caminhos para um ensino mais proveitoso e mais próximo da realidade científica. Esse por si só, já é uma grande barreira no Brasil, uma vez que a falta de investimentos em educação e principalmente na estrutura de escolas públicas, refletem na ausência da democratização do ensino e uma dificuldade de trabalhá-lo nos mais diversos âmbitos. Nosso trabalho, terá foco não apenas nessas limitações estruturais, mas também curriculares, sobretudo na maneira em que a ciência é vista pelos estudantes, sem uma metodologia própria e com um aspecto mais conteudista e reprodutivo do que investigativo, fator esse que contribui mais ainda para esse afastamento e também para a inserção de aspectos de construção científica nos ambientes de sala de aula.

No caso da química, a formação de docentes dirá muito sobre esse processo. Porto (2013) afirma que as visões inadequadas inferidas no processo de ensino-aprendizagem partem de análises nos mais diferentes níveis de ensino. A abordagem de História e Filosofia das Ciências atribui uma significação aos processos que extrapolam o laboratório de química, de modo que a ciência que chega em sala de aula é vista como pronta e acabada (FORATO e PIETROCOLA, 2011).

Às vezes muitos professores não sabem como lidar com dificuldades na compreensão dos conceitos científicos ou mesmo obstáculos epistemológicos que surgem ao longo de suas trajetórias dentro de sala de aula porque não tiveram contato com uma abordagem de História e Filosofia das Ciências tanto no Ensino Básico quanto no Ensino Superior. Isso se torna um limitante, uma vez que a compreensão da ciência está muito além da sala de aula, envolve aspectos metodológicos, humanos, culturais que podem ser explicados pelo estudo de concepções da Natureza da Ciência.

Além da ciência chegar na sala de aula como produto, não há margem para reflexão por parte dos alunos, além de que os cientistas e seus trabalhos são vistos muitas vezes como distantes de uma mente comum, ou seja, são associados a um brilhantismo sobre-humano dentro das ciências da natureza principalmente, o que nos atribui um retorno negativo de como a

ciência está sendo concebida, e de quanto isso afasta os estudantes das compreensões até mesmo de seu cotidiano.

Com isso, neste estudo nosso objetivo foi propor e validar um Estudo de Caso histórico sobre Gilbert Lewis, além de avaliar as potencialidades dessa abordagem na aprendizagem de aspectos da Natureza da Ciência e investigar as concepções prévias de estudantes do Ensino Médio sobre os cientistas e o processo de construção do fazer científico.

Para isso, apresentaremos o primeiro capítulo, com a finalidade de refletirmos sobre o que vem a ser a Natureza da Ciência, assim como fazer um recorte dos mais diversos aspectos e abordagens de estudiosos da área que apresentam contrapontos, além de abordar alguns filósofos da ciência como parte da compreensão desse processo construtivo.

No segundo capítulo, atribui-se uma maneira de humanizar o cientista que escolhemos para esse recorte histórico, Gilbert Lewis, trazendo sua trajetória e as suas contribuições, nem sempre reconhecidas, sobre a Teoria dos Pares Compartilhados, de 1923, que veio a influenciar outros estudos, bem como os aspectos contextuais e as relações científicas que influenciaram na sua vida acadêmica.

No terceiro capítulo apresentamos a nossa metodologia, o contexto de realização da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados, bem como o processo de análise por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), em que categorizamos as respostas iniciais e finais dos estudantes na aplicação do Estudo de Caso, bem como os desenhos elaborados pelos mesmos no *Draw a Scientist Test* (DAST), buscando analisar como eles enxergam a ciência.

Por fim, no capítulo 4, expomos as discussões pertinentes dessas análises, a partir da identificação das unidades de significado nas respostas dadas pelos estudantes nos diferentes instrumentos de coleta de dados, chegando na categorização e construção do metatexto. São apresentadas também as possíveis visões descontextualizadas da ciência apresentadas por esses estudantes em suas representações e descrições de cientistas. A partir desse panorama, buscamos contribuir com a área de ensino de química e refletir sobre a introdução da história e filosofia da ciência em sala de aula.

CAPÍTULO 1 – NATUREZA DA CIÊNCIA

Neste capítulo, apresentamos brevemente os aspectos pertinentes à História e Filosofia das Ciências, dando ênfase na contextualização sócio-histórica da Química como objeto de estudo e da Natureza da Ciência como fator preponderante nessa construção.

1.1. Uma breve apresentação da Natureza da Ciência

A construção do conhecimento científico em seus aspectos sociais, políticos, econômicos e epistemológicos se constitui um saber tão importante quanto a própria ciência em si. Entender esse contexto de produção e validação do conhecimento caracteriza o que se denomina Natureza da Ciência – NdC, definida por Moura (2014, p. 32), como

[...] um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. Isto pode abranger desde questões internas, tais como método científico e relação entre experimento e teoria, até outras externas, como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas.

No que tange o ensino de ciências, entende-se a importância de tratar não apenas os produtos da ciência, isto é, os conhecimentos prontos e acabados, mas também como esse conhecimento se desenvolve e quais são as variáveis importantes no fazer científico. Assim, a abordagem histórica e filosófica da ciência se constitui um caminho para compreensão desses aspectos da NdC em sala de aula.

No cenário da educação brasileira, o crescimento das abordagens em História e Filosofia das Ciências – HFC, evidenciam a necessidade de inserir discussões dessa natureza tanto do ponto de vista de conteúdo quanto de estratégia didática no Ensino Básico (MARTINS, 2007). Dentro dessa temática ainda, El-Hani (2006) citado por Martins (2007), afirma que a inclusão de HFC na formação de professores é de suma importância para que as pesquisas na área cheguem ao ensino de química na escola, uma vez que é comum a reprodução de uma ciência com caráter dogmático e ausente de transformações ao longo do tempo nas aulas de ciências.

Analisando o perfil das visões deformadas da ciência, propagado por diversos docentes dentro de sala de aula, Gil-Pérez e colaboradores (2001) traçaram uma análise dessas visões que apresentam similaridade até mesmo em diferentes contextos socioeducativos, tendo em

vista que a formação dos futuros professores possui um ponto em comum que é passar pelo contato com uma ciência pronta e sem abordagem adequada da NdC no Ensino Básico, o que representa uma renovação das concepções de ciência individualista e principalmente positivista. Isso pode desencadear, cada vez mais, o desinteresse por parte dos estudantes em aprender ciência, já que, reforçar a imagem de um cientista que trabalha sozinho e possui uma linguagem abstrata, além de não contextualizar o meio em que vive, afasta cada vez mais os discentes de uma representação mais humana e de uma percepção mais cotidiana de uso dos conhecimentos adquiridos.

A primeira visão deformada é a *empírico-indutivista*, mais assinalada na literatura, por ser estereotipada ao longo dos anos por pessoas não participantes da construção científica. Essa, por sua vez, diz respeito ao caráter “neutro” da ciência de generalizar os estudos apenas por seus resultados. Além disso, o método científico é tido como universal, como se fosse seguir uma receita de bolo, sem variações ou destaques para formulações de hipóteses e estudos por parte dos cientistas que referenciam literaturas anteriores. De acordo com Silveira e Ostermann (2002), o ensino de ciências atual ainda incentiva essa visão empírico-indutivista, quando se coloca por exemplo, conteúdos programáticos semelhantes a “Quais são as Etapas do Método Científico?”, o que só reforça a ideia de construção linear da ciência.

A segunda visão, por sua vez, é uma deformidade da *ciência rígida e infalível*, a qual apresenta o método científico como assertivo e determinante, o que reforça a ideia de que a produção científica é um poço de descobertas diárias, não abrindo margem para expor as formulações de hipóteses que não deram certo, assim como não demonstrar as possíveis falhas das investigações experimentais e da tentativa de se obter os resultados. Como já afirmado por Popper (2001), essa deformidade vai de encontro ao Princípio da Falseabilidade, em que afirma que a ciência apenas existe se for possível falseá-la, ou seja, qualquer visão de ciência irrefutável não representa a realidade da produção científica, já que a construção do conhecimento ocorre tanto por aperfeiçoamento e reinterpretções de estudos já realizados quanto por mudanças de paradigmas.

A terceira visão, muito próxima das deformidades já apresentadas aqui, afirma a ciência com *caráter aproblemático*, em que se prioriza o final da teoria sem levar em consideração o contexto histórico e social da pesquisa, assim como, não expor o problema inicial ou motivação que levou ao estudo em questão, afinal, a produção do conhecimento gera respostas e toda resposta é o resultado de um questionamento (BACHELARD, 1996).

Uma visão pouco mencionada é a *exclusivamente analítica*, a qual parte de um pressuposto de que a atividade científica é simplista e fracionada, ou seja, não há uma valorização de síntese de um pesquisador, por meio de ideias passadas, sejam elas

interdisciplinares ou não. Um exemplo da Química pode ser descrito pela elaboração do primeiro Modelo Atômico por Dalton, que uniu a concepção de esfera maciça de Newton, da concepção indivisível de Leucipo e Demócrito e da ideia da existência de elementos químicos exposto por Lavoisier, tudo isso aliado à autoria das próprias representações e contribuições.

A quinta deformidade diz respeito à *visão acumulativa* que tem como característica principal, apresentar uma linearidade da ciência que se resume em um acúmulo de teorias que foram modeladas em uma ordem própria e obedecendo a uma cronologia. Uma crítica trazida por Rôças e Bomfim (2018) dessa visão é a de que esse tipo de abordagem, converge para uma ciência de dualidade do certo e do errado, do que é aproveitado e do que pode ser descartado.

A Ciência que melhor se desenvolve é aquela que também se volta sobre si mesma, garante a prática de se des-mitificar e se desmistificar permanentemente, inclusive sobre seus próprios postulados e seus apologetas. Por muitas vezes, estes debates, para um pensamento essencialmente positivista, são aceitos até certo ponto, já que ficam limitados ao maniqueísmo de só enxergar *os que estão certos* contra *os que estão errados*, entre os que fizeram a pesquisa correta contra os que erraram com os procedimentos, entre os que têm a verdade (episteme) contra os que não a alcançaram. Porém, não é só isso! (RÔÇAS e BOMFIM, 2018, p. 3)

A penúltima visão é a *individualista e elitista*, na qual cientistas são vistos como seres solitários e detentores de um conhecimento inalcançável e próprio, ou seja, ignora completamente a ideia de uma ciência coletiva e da troca de informações e experiências para a concretização do estudo. Essa distorção também, é responsável por uma imagem discriminativa da ciência, em que se exclui mulheres e pessoas de classes sociais menos favorecidas, atribuindo estereótipos como forma representativa. (GOLDSCHMIDT *et. al.*, 2016)

Por fim, apresenta-se a visão *descontextualizada ou socialmente neutra* da ciência, uma deformidade que surge do conteúdo científico como distante de fatores da realidade, o que distancia o ensino da divulgação científica mais popularizada e acessível, fazendo os estudantes focarem apenas no preciosismo e nos questionamentos da real necessidade de se estudar um determinado conteúdo, algo muito observado nos últimos anos.

Tais visões, são vistas como obstáculos em busca de uma abordagem de NdC no ensino que possibilita a compreensão da construção científica e o rompimento com essas deformidades comumente observadas. Por meio dessa perspectiva, Moura (2014) busca trazer os dois principais conceitos de NdC estabelecidos pelas ideias de aspectos consensuais bem definidos (Lederman, 1992) e a de semelhança familiar (Irzik e Nola, 2011) que afirmam não ser possível pautar esses aspectos de maneira definida, já que, a ciência é mais fluida e variável, e, portanto, não assumiria aspectos tão direcionados em sua construção.

Lederman (1992) trabalha com concepções da construção científica que apresentam aspectos consensuais para a comunidade acadêmica. A primeira concepção aborda a noção de que a ciência é mutável, sem uma verdade ou conhecimento absoluto. Na Química, isso fica evidente quando se é trabalhado o conteúdo de Modelos Atômicos no Ensino Médio, pois em todo o tempo é reforçada a ideia de cronologia e aperfeiçoamento de um modelo em detrimento de outro. Por outro lado, é possível observar na Biologia por exemplo, a presença de uma terminologia equivocada que vai de encontro a esse aspecto, quando observamos em alguns livros didáticos no conteúdo de expressão gênica, a denominação desse conhecimento como “Dogma Central da Biologia Molecular” e sendo muito disseminado por professores da área até hoje.

A segunda e terceira concepções são bastante relevantes para a Química, quando analisadas do ponto de vista da experimentação. Essas concepções estão associadas à não existência de um método científico universal, capaz de gerar um único resultado e este ser aceito como o correto, além da questão da teoria e a prática não terem caráter de comprovação uma em relação à outra e sim a relação mútua no que diz respeito à construção do conhecimento. Silva, Machado e Tunes (2019) defendem que a relação da teoria-experimento no âmbito da NdC, se constrói da seguinte forma:

A explicação de um fenômeno utilizando-se de uma teoria é o que denominamos de relação teoria-experimento, ou seja, é a relação entre o fazer e o pensar. Quando fazemos uso de uma teoria para explicar um fenômeno não significa que estamos provando a veracidade desta, mas sim testando sua capacidade de generalização. (SILVA, MACHADO e TUNES, 2019, p. 198)

El-Hani (2006) *apud* Martins (2007), afirma ainda, que o caráter prático da ciência não deve partir apenas das atividades investigativas do conteúdo por parte dos alunos e professores, mas sim de investigações de caráter filosófico, histórico, social e cultural dessa abordagem tratada.

As duas últimas concepções são de extrema importância para o trabalho em questão, tendo em vista que envolvem o caráter externo da NdC, ou seja, que há uma influência de questões culturais, sociais e políticas na construção de um conhecimento específico e de que também há uma intervenção de questões particulares do cientista como crenças, costumes e relações interpessoais, por exemplo. Quando trazemos essa natureza mais externa da Ciência, admitimos uma abordagem explícita-reflexiva a fim de extinguir a ideia de linearidade, no nosso caso da Química (CORTEZ e KIOURANIS, 2022).

A abordagem de aspectos consensuais da NdC em sala de aula contribui diretamente para a desconstrução de estereótipos científicos, trazendo uma ciência mais humanizada e passível de erros (FORATO e PIETROCOLA, 2011).

Já Irkiz e Nola (2011) trabalham com ideia de 4 categorias de semelhança familiar para o estudo da NdC. A primeira delas, diz respeito às *atividades* inerentes à ciência, como observar e experimentar, mesmo que as habilidades para diferentes áreas científicas possuam um valor mais pessoal, todas convergem para uma análise observacional, material ou matemática.

A segunda categoria trabalhada na semelhança familiar é a de *objetivos e valores* em que se reforça a ideia de uma ciência de propósito mais flexível, dependendo dos objetos de estudo e da natureza da pesquisa, desconsiderando a determinação que ocorre pelos aspectos consensuais de utilizar da filosofia da ciência de Popper (2001) e Kuhn (2011), por exemplo, para estabelecer uma finalidade bem traçada e padronizada.

Mais uma categoria que é amplamente discutida entre as duas vertentes diz respeito à adequação de uma metodologia única, o chamado de “Método Científico” como algo fixo e feito para ser seguido à risca. Mesmo os autores reconhecendo que os aspectos consensuais propõem críticas a essa visão de ciência, há uma falha quando não se opõem ao fato de cada ciência possui seus aspectos próprios de metodologia mesmo alguns parâmetros sendo comuns a todas, ou seja, no fim essa oposição ao método científico universal que não é bem fundamentada os faz retornarem a essa universalidade em todas as áreas de conhecimento.

A última categoria é a de *produtos* em que se aborda os resultados ou o que a ciência veio a produzir com aquela pesquisa, seja uma teoria, um modelo, uma lei ou apenas dados. Ao analisar isso, os autores afirmam que as diferentes áreas possuem tendências de gerarem resultados e produtos distintos, isso baseado nos fatores particulares de cada metodologia. Enquanto a Física possui uma grande quantidade de Leis, a Biologia não é construída por esse caminho, já a Química tem uma tendência a gerar Modelos e Teorias devido à natureza submicroscópica e, portanto, menos acessível de maneira observacional.

Roda e Martins (2021), trazem ainda, a visão de Matthews (2012) em relação às críticas feitas pelo pesquisador aos aspectos consensuais de Lederman (1992), selecionando partes da publicação e propondo mudanças, tanto de terminologia quanto analítica das proposições.

Uma dessas críticas, surge na necessidade de trocar o nome de *Nature of Science* (NOS) para *Features of Science* (FOS), uma vez que Lederman (1992) traz uma ideia de NdC pautada na epistemologia e na sociologia da ciência, sendo que Matthews (2012) afirma que essa junção que ainda engloba a filosofia e a psicologia, gera um determinismo que a publicação inicialmente não buscava ter, mas acabou por meio da lista dos 7 aspectos, criando uma espécie de “mantra”, como um manual a ser seguido, contando com áreas muito diversas para chegar nessa conclusão.

Além disso, outra crítica de Matthews (2012) está na formulação do grupo de pesquisa de Lederman, o Questionários VNOS (*Views of Nature of Science*), o qual iremos abordar

melhor a compreensão no capítulo de metodologia deste trabalho. Na formulação desse questionário, Lederman e seu grupo (2002), utilizam de uma abordagem muito generalizada da NdC, que na concepção de Matthews (2012) resultaria em baixo aproveitamento do uso desses Questionários na Educação Básica, atribuindo ao VNOS, a função de avaliar os estudantes, sendo que na própria publicação, Lederman (2002) afirma que não é possível utilizá-lo como instrumento de avaliação e sim de coleta de dados para concepções dos estudantes.

1.2. Desafios nas propostas de ensino em HFC

Dentro dessa perspectiva mais humanizada da NdC, nascem os desafios de compreensão nas salas de aula levando em consideração as questões de historiografia para a construção do conhecimento científico (CORTEZ e KIOURANIS, 2022). Assim, as autoras trazem, parafraseando Forato, Martins e Pietrocola (2011), alguns desses desafios para as propostas:

- O primeiro desafio reside na seleção do conteúdo histórico que precisa estar alinhado aos objetivos a serem trabalhados;
- É preciso considerar também o tempo didático disponível em relação ao conteúdo conceitual, histórico e epistemológico que serão estudados, bem como o tipo de atividade didática que se configura como uma opção metodológica apropriada aos conteúdos selecionados;
- Outro aspecto refere-se à simplificação e omissão, desafio relacionado ao nível de aprofundamento dos conteúdos históricos, de modo a selecionar quais aspectos, tanto de natureza conceitual quanto contextual, deverão ser omitidos sem comprometer a qualidade da narrativa histórica;
- Além disso, ao discutir sobre os aspectos da NdC é importante que não haja uma tendência ao relativismo, no sentido de fomentar visões polarizadas da ciência, como a inexistência de método científico ou a desvalorização da observação na construção do conhecimento científico.

Estabelecendo como ponto de partida um episódio histórico específico, é possível observar quais aspectos da NdC e os desafios na elaboração de uma sequência didática, estarão por trás daquele conteúdo, inclusive as dificuldades que permeiam a formação do professor em relação à HFC. Por exemplo, utilizando da Evolução dos Modelos Atômicos como conteúdo histórico para uma sequência didática no Ensino Médio, podemos levar em consideração a seleção de aprofundamento de conteúdos históricos em relação aos principais cientistas abordados na parte conceitual. Partindo do pressuposto de que seriam trabalhados os 4 principais Modelos nesse nível de ensino (Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr), o primeiro

desafio seria desconstruir a pseudo-história baseada numa perspectiva de ensino de uma ciência linearizada, presente principalmente nos livros didáticos de que os aspectos históricos da construção desses Modelos, acontecem em uma ordem cronológica estabelecida (CORTEZ e KIOURANIS, 2022).

Porém, um desafio muito grande que ocorre nesse processo é de que os conteúdos conceituais e não os históricos entre essas “lacunas cronológicas” geraria um obstáculo epistemológico de abstração por parte dos alunos. Seria possível falar por exemplo, para uma turma de terceiro ano do Ensino Médio do ponto de vista histórico de que entre o estabelecimento do Modelo Atômico de Rutherford e do Modelo Atômico de Bohr, houve a descoberta da dualidade partícula-onda do elétron o que deu respaldo para a criação do átomo de Bohr. Mas como conceituar essa dualidade se ela partiu da construção da Física Moderna que uniu a Ondulatória e a Mecânica Clássica? Geraria uma intensa abstração e dificuldade de entendimento, daí a necessidade de escolha do conteúdo trazida pelas autoras.

Outro desafio bem presente que norteia este trabalho, parte da ideia da escolha de retratar a história dos cientistas a partir do seu contexto e suas motivações para a elaboração do trabalho que será demonstrado na parte conceitual (MOURA, 2014), gerando uma abordagem mais explícita da NdC, afinal, a cultura e sociedade se modificam ao longo do tempo e isso precisa ficar claro a partir de uma reflexão dos alunos em sala de aula.

No senso comum, há uma noção de que o cientista está alheio ao mundo ao redor, fazendo uma Ciência neutra e livre de influências. Entretanto, a análise da construção da Ciência revela uma característica de todo cientista: eles são seres humanos comuns, por isso, cometem erros, utilizam de suas crenças e expectativas para elaborar e legitimar suas ideias, têm qualidades e defeitos etc. Isto nos leva a concluir que não há um modelo único de cientista; cada um se faz dentro de seu próprio contexto. O cientista de hoje certamente não é o mesmo de ontem, e isso não necessariamente significa que o primeiro seja melhor que o último, apenas que pertencem a contextos diferentes. (MOURA, 2014, p. 35)

O foco do tratamento e influência da vida de um cientista nesse trabalho será atribuída à Gilbert Newton Lewis e a sua contribuição principalmente para a Teoria de Ligação de Valência. Porém, ao fazer essa análise do que foi exemplificado anteriormente como conteúdo conceitual, no caso Modelos Atômicos, seria possível trazer uma reflexão da história de vida de Dalton estimulando os alunos a pensarem do porquê da existência do daltonismo com esse nome e do porquê não seria interessante a utilização de cores como forma representacional do Modelo. Outra reflexão interessante da NdC que poderia ser trazida é a da formação de Dalton ser na área de Meteorologia, o que implica na utilização de gases, principalmente na elaboração representacional de seu modelo atômico.

1.3. Dos Desafios aos Obstáculos para inserção da HFC em Sala de Aula

É notório que o Ensino de Ciências estabelece uma importante ponte entre Ciência e Sociedade, porém no Brasil uma das maiores dificuldades que encontramos como professores está relacionada à quantidade de conteúdos trabalhados, gerando assim um aprofundamento bem raso de cada conteúdo, já que o sistema de ensino do país acaba engessando o professor a se preocupar em cumprir a carga anual letiva e a trabalhar esse exagero de conteúdos (OKI e MORADILLO, 2008).

Mesmo não direcionando seu trabalho à realidade brasileira, Matthews (1994) estabelece críticas à educação científica tradicional, explorando a necessidade igual de ensinar *sobre ciências* em detrimento do ensinar *a ciência*.

Ensinar sobre as ciências inclui tanto a discussão da dinâmica da atividade científica e de sua complexidade manifestada no processo de geração de produtos da ciência (hipóteses, leis, teorias, conceitos etc.) quanto a validação e divulgação do conhecimento científico, envolvendo alguma compreensão da dinâmica inerente a sua legitimação (MATTHEWS, 1994 citado por OKI e MORADILLO, 2008)

A partir dessa reflexão, Oki e Moradillo (2008) afirmam que é preciso ensinar menos e melhor do que priorizar a quantidade, já que, quando se restringe os conteúdos a serem trabalhados, é permitido ao professor trazer abordagens mais aprofundadas, inclusive gerar reflexão por meio da NdC.

Outro aspecto importante levantado pela historiadora Alfonso-Goldfarb (1994), parte da ideia de que se deve ter cuidado por parte do professor em uma abordagem externalista, de não trazer sempre aquela concepção positivista da ciência baseada na tentativa de manter o progresso e a continuidade. Isso porque a ciência se desenvolveu bastante a partir de necessidades, por conta de episódios históricos desfavoráveis à humanidade como contextos de Guerras Mundiais no Século XX e até mesmo trazendo ao contexto mais atual, a pandemia de Covid-19.

Falamos até aqui de obstáculos relacionados ao professor, agora abordaremos um obstáculo comum por parte dos alunos: o epistemológico. Não poderíamos deixar de citar aqui, a importância do principal teórico e filósofo dessa vertente de pensamento na educação científica que foi Gaston Bachelard.

Em sua obra, Bachelard (1996) afirma que o determinismo e a linearidade muitas vezes encontrados no Ensino, geram obstáculos específicos aos alunos, os quais precisam ser considerados pelos professores. Além disso, demonstrava a necessidade de se fazer uma *ciência*

da ciência, ou seja, trazer um estudo aprofundado da construção do conhecimento científico até a consolidação como teoria.

Dentro de uma concepção de História e Filosofia das Ciências como um objeto de estudo, acreditamos que o principal obstáculo epistemológico de Bachelard (1996) por parte dos alunos seja o de conhecimento geral.

O conhecimento a que falta precisão, ou melhor, o conhecimento que não é apresentado junto com as condições de sua determinação precisa, não é conhecimento científico. O conhecimento geral é quase fatalmente conhecimento vago. (BACHELARD, 1996, p. 90)

Para Ramos e Scarinci (2013) ainda, a existência de um conhecimento geral, impreciso proposto por Bachelard é algo que deslegitima a construção do conhecimento científico, a partir do momento em que há uma tendência de uma explicação única e geral para um conhecimento que é mutável e construído a partir de diversas variáveis.

Esse aspecto no Ensino de Química pode ser observado com bastante frequência no Ensino Médio, quando professores da área dão uma explicação vaga e imprecisa para a temperatura na Termodinâmica como “grau de agitação das moléculas” ou para entropia como “grau de desordem de um sistema”. Essas frases prontas por mais que pareçam atraentes ao entendimento do aluno, acabam gerando uma ciência construída a partir da memorização e do determinismo o que só contribui para um aumento das visões deformadas por parte dos alunos e pode gerar ainda um obstáculo verbal, no qual o aluno assume uma palavra ou expressão como à explicação do fenômeno.

Com base nesses pressupostos, passaremos agora à história de vida e contribuições de Lewis.

CAPÍTULO 2 – GILBERT LEWIS: VIDA E CONTRIBUIÇÕES

Neste capítulo apresentaremos detalhadamente a vida de Lewis, desde sua formação até aspectos que interferiram diretamente na sua motivação para a pesquisa, com foco em mostrar um lado mais humanizado de sua vida e, conseqüentemente, como isso pode ser trabalhado em uma abordagem mais explícita-reflexiva da NdC.

2.1. Vida conturbada

Gilbert Newton Lewis nasceu em Weymouth, Massachusetts, EUA em 1875. Filho de uma mãe educada e de um pai advogado e corretor, logo cedo já desenvolveu habilidades quando aos 3 anos de idade, por exemplo, aprendeu a ler. Ao longo de sua infância, foi se interessando cada vez mais por línguas e ciência, porém, sua família optou por educá-lo em casa, modalidade que conhecemos hoje por *homeschooling*, e que, mais tarde se refletiria em sua vida com a fraca sociabilização (GONÇALVES-MAIA, 2020).

Para entendermos todo o processo de como a vida de Lewis foi conturbada nos mais diversos âmbitos, Coffey (2008), inicia seu livro com enfoque na trajetória do cientista utilizando de uma fonte primária, no caso, seu último doutorando Michael Kasha, o qual traz informações inéditas sobre os últimos dias de vida do norte-americano e sua polêmica morte que levanta controvérsias até hoje e causa uma perturbação para os leitores em busca de respostas:

Era uma tarde de sábado, 23 de março de 1946, quando um grupo de estudantes amontoados na frente de um laboratório de química em Berkeley ainda farejavam nervosamente o cheiro de amêndoa causado pelo cianeto de hidrogênio que enchera o laboratório. Um homem de setenta anos com um corte na testa estava morto no chão do laboratório. O bombeiro que finalmente chegou uma hora depois dos alunos irem pedir ajuda, rolou o corpo, olhou para os estudantes e perguntou: “Alguém sabe quem é esse cara?” (COFFEY, 2008, p.11, tradução nossa)

A partir desse trecho, já é possível perceber que não se tratava de uma vida de um cientista estereotipada como comumente encontramos no Ensino. Dando continuidade à sua trajetória até entendermos o dia de sua morte, o pequeno Lewis, agora com 9 anos de idade, mudou-se com sua família para Lincoln no Nebraska. Aos 14 anos, fazia estudos preliminares

na Universidade de Nebraska até que se mudou para Harvard onde se graduou em 1896 e na mesma universidade obteve também o título de Ph.D. em 1899 sob orientação de Theodore Richards (FILGUEIRAS, 2016).

Segundo conta Coffey (2008), Richards já não foi um orientador tão bom para Lewis, sendo os dois divergentes em alguns aspectos. O primeiro deles e primordial era o fato de Richards por um lado entender o papel da matemática nas ciências, mas não achar necessária para a formação de um químico, algo que Lewis não estava de acordo.

A partir de agora, Lewis passava a entender que sua trajetória acadêmica não seria nada fácil. Dedicado aos estudos em físico-química, ganhou uma bolsa de estudos para a Alemanha, a qual se mostrava o polo das pesquisas em eletroquímica no mundo, onde passou um semestre em Leipzig e outro em Göttingen com Wilhelm Ostwald e Walter Nernst, respectivamente.

As personalidades desses dois químicos alemães não poderiam ser mais diferentes. Enquanto a estada em Leipzig fez Lewis se sentir bem e bastante estimulado, em virtude da atitude encorajadora de Ostwald, o estágio em Göttingen fê-lo sentir-se miserável, em consequência da rudeza e agressividade de Nernst. (FILGUEIRAS, 2016, p. 1263)

Relativamente frustrado com sua experiência, Lewis retorna a Harvard em 1902, local em que conheceu sua esposa, Mary Hinckley Sheldon, com quem teve 3 filhos e que, nessa época, revelou anos depois ter desenvolvido seu principal trabalho: *Valence and the Structure of Atoms and Molecules*, publicado em 1923. Já em 1904, teve uma breve passagem pelas Filipinas, levando o livro de Nernst: *Theoretical Chemistry*, a fim de “corrigir seus erros” e lá trabalhou como superintendente de pesos e medidas, e que também desenvolveu o hábito de fumar charutos “*Fighting Bob*”, o qual cultivou pelo resto da vida (COFFEY, 2008).

Em 1905, retorna aos EUA, mas dessa vez para trabalhar no MIT com Arthur Noyes, se estabelecendo até 1912 com grandes pesquisas na termodinâmica química, quando virou professor titular do Instituto e no mesmo ano foi convidado a assumir a direção do Instituto de Química da Universidade de Berkeley, na Califórnia (FILGUEIRAS, 2016).

Em 1919, após três anos da publicação de Lewis de seu trabalho sobre a Teoria do Par Compartilhado, um outro cientista norte-americano chamado Irving Langmuir passou a trocar cartas com ele após publicar seu primeiro artigo. Langmuir trabalhou durante muito tempo na *General Electric* e dedicava seus estudos a lâmpadas incandescentes, analisando um aumento de eficiência de lâmpadas de Tungstênio ao se encher os bulbos com Argônio e Nitrogênio (PACHECO, 2019).

A partir de agora, se afluía mais uma relação difícil que Lewis teria que lidar para o resto da sua vida. Não se sabe bem ao certo o motivo de Langmuir ter começado a trocar essas

cartas, porém, é suspeito que ao querer explicar esse comportamento das ligações, ele tenha ficado fascinado com os estudos de seu compatriota.

Foi devido a esse trabalho, desenvolvido por Langmuir na indústria das lâmpadas, que acreditamos ser o marco atraente para a teoria do par compartilhado de Lewis. Visto que, o desenvolvimento tecnológico dessa questão pode remeter a eficiência causada por uma substância inerte na presença de um filamento aquecido, provavelmente, os conhecimentos da estrutura atômica e da forma como os átomos se combinam para formarem os compostos químicos, pudessem tê-lo norteado em suas justificativas experimentais. (PACHECO, 2019, p.67)

Quando Lewis passou a aprofundar sua pesquisa na estrutura dos átomos e a observação da camada de valência já em 1923, estabeleceu estudos preliminares sobre a relação eletrônica de átomos específicos, conceito que denominou como “regra dos oito”. Porém, em uma série de 12 artigos publicados, Langmuir aplicou essas teorias em seus próprios trabalhos e por meio de palestras, divulgou para o mundo o que hoje conhecemos como “Regra do Octeto”, a qual aprimorava a teoria de Lewis expandindo a regra para átomos pesados e explicava além disso, a estabilidade de gases nobres. (LIMA, 2019)

Vale ressaltar que Coffey (2008), traz em seu livro a personalidade desses dois cientistas, produzindo uma ideia antagônica em relação à forma em que os dois eram vistos pela comunidade científica. Enquanto Lewis era reservado, pouco comunicativo e introspectivo por fatores relacionados principalmente ao seu desenvolvimento na infância longe da escola, Langmuir se apresentava como o químico extrovertido, brincalhão e que adorava falar em palestras e viajar para apresentar seus trabalhos.

Após esse episódio, Lewis se sentiu “usado” por Langmuir e passou a se afastar cada vez mais dele e de seus colegas cientistas no geral. Em carta a Arthur Noyes, colega que Lewis teve muito contato no MIT, ele afirma sua indignação com Langmuir em 1926: “...insistir, especialmente como fazem na Inglaterra, em falar sobre a teoria de valência de Langmuir é indesculpável” (GUGLIOTTI, 2001, p. 569).

Algo que fez Lewis ficar mais frustrado ainda, foi o fato de Irving Langmuir ter recebido o Prêmio Nobel de 1932 por seu trabalho em química de superfície, mesmo assim, Lewis mantinha a fama por muitos da Universidade de Berkeley de ser um exímio orientador. Em 1934, seu orientando Harold Urey ganhou o Prêmio Nobel pela descoberta do deutério, porém Gilbert Lewis mesmo tendo publicado 26 artigos em seu nome relacionados ao deutério, nem sequer foi lembrado como colaborador recipiente no trabalho de Urey. Isso talvez tenha sido a gota d’água para Lewis tomar a decisão de renunciar no mesmo ano ao cargo de membro da

National Academy of Sciences dos EUA, academia que reunia os principais nomes da ciência do país na época (FILGUEIRAS, 2016).

Ao longo da vida, Lewis acumulou 41 indicações ao Prêmio Nobel de Química, até hoje o cientista mais indicado na categoria, porém nunca foi laureado pela Academia Sueca. A explicação para isso segundo Coffey (2008), estaria nas relações ruins cultivadas com grandes cientistas, entre eles, Walter Nernst quando estudou em Göttingen. Nernst possuía um grande amigo membro da Academia Sueca chamado Wilhelm Palmaer, o qual provavelmente barrou diversas oportunidades de Lewis alcançar o prêmio a pedido do influente físico-químico.

Gilbert Lewis continuou orientando ao longo dos próximos anos, porém sua motivação para a pesquisa não era mais a mesma. Sua contribuição final foi com seu último doutorando Michael Kasha, em um trabalho relacionado a fluorescência. Kasha foi o mesmo que o encontrou morto no laboratório naquele dia, 23 de março de 1946. Em entrevista a Patrick Coffey, Kasha deu as últimas informações de Lewis no fatídico dia. Se lembrava em sua publicação em 1984 que o seu orientador havia almoçado com uma figura importante e que havia saído furioso em direção ao seu laboratório, onde horas depois foi encontrado sem vida. Porém em primeira mão, afirmou ao autor de *Cathedrals of Science* que se tratava de Irving Langmuir.

Coffey (2008) em sua investigação própria, disse ter encontrado na biblioteca da Universidade de Berkeley, um documento que concedia a Langmuir um título honorário da universidade no mesmo dia da morte de Lewis, motivo que o fazia estar na Califórnia naquele dia. Kasha reforçou ainda que a morte de Lewis foi dada como infarto agudo no miocárdio e não havia traços de cianose como o arroxamento das unhas e dos lábios, porém a realidade é que não foi feita a autópsia definitiva do corpo, o que levanta mais ainda uma dúvida em relação à sua morte (FILGUEIRAS, 2016).

Uma afirmação aqui podemos fazer, Gilbert Lewis ou se suicidou com ácido cianídrico, reagente utilizado em sua pesquisa de constantes dielétricas em tinturas, ou sofreu um infarto fulminante em decorrência do alto estresse ao se relacionar com Irving Langmuir por poucos minutos pessoalmente (FILGUEIRAS, 2016). Uma vida repleta de desavenças, contrapontos e dificuldades que transcendiam o laboratório. Um cientista muito respeitado, uma mente brilhante na Química, mas que possuía suas limitações pautadas no âmbito interpessoal.

2.2. As diversas contribuições

Lewis teve, ao longo da sua vida, diversas contribuições para a química, desde estudos na termodinâmica e na eletroquímica, até os artigos que desencadearam na descoberta do

deutério e suas principais características, além de pesquisas na área de fluorescência. Porém, há um grande destaque quando, assim como Lavoisier e Dalton em séculos passados, ele revoluciona a forma de se enxergar o mundo de maneira submicroscópica. Os dois cientistas anteriormente, enquanto deram embasamento para explicar uma parte da química mais composicional, Lewis, no início do século XX, estabelece teorias a fim de explicar a química do ponto de vista estrutural, como afirma Filgueiras (2016):

[...] Gilbert Newton Lewis estabeleceu a primeira teoria de ligação química abrangente, que agrupava num único conceito todos os tipos de ligação química, permitindo mostrar relações entre substâncias iônicas, covalentes, moleculares e mesmo metálicas, até então sem qualquer nexos conceitual comum. Ora, o objeto de estudo da química é exatamente a natureza da ligação entre os átomos dos elementos. Estes tendem a interagir, formando compostos dos mais variados, num processo de formação e ruptura de ligações, que é a preocupação central desta ciência. (FILGUEIRAS, 2016, p. 1262)

Gonçalves-Maia (2020) afirma, que Lewis não iniciou suas pesquisas na estrutura dos átomos. Quando seu orientador Richards o colocou para analisar fenômenos minuciosos na físico-química na área de termodinâmica, ele já enxergou que o garoto levava jeito para essas análises. Segundo Jensen (2000), nessa época, a termodinâmica se distanciava da organização das informações teóricas e práticas, tendo na época Josiah Willard Gibbs como o principal nome da área de equilíbrio químico com a sua teoria das energias livres. A persistência de Lewis lhe gerou frutos: Em 1901 ele foi responsável por encaminhar o conceito de fugacidade que acreditava ser mais relevante do que a academia enxergava. Como Coffey (2008) afirma, Lewis imaginava que a fugacidade para a transferência de massa estaria na mesma proporção do conceito de temperatura nas relações de calor.

Um pouco mais tarde, já no ano de 1907, ele definiu o conceito de atividade o qual também foi confundido na época com o conceito de concentração, porém hoje, sabemos que atividade e o coeficiente de atividade são muito importantes para a determinação do cálculo de pH de substâncias que possuem concentrações muito acima ou muito abaixo do que a escala logarítmica consiga calcular com a concentração. Com a relação conceitual da atividade, Lewis foi responsável também pela definição da força iônica, e essa talvez tivesse sido sua maior contribuição para a área pois até hoje a força iônica é muito importante para a determinação de cálculos de dissolução e relações de solubilidade de sais (JANSEN, 2000).

Em 1923, Lewis publica seu modelo de ligações em sua monografia intitulada “Valência e a Estrutura de Átomos e Moléculas” a qual assume a estrutura de átomos como estruturas cúbicas concêntricas, e além disso, estabelece as relações entre os elétrons da camada mais externa como preponderante na natureza das ligações químicas (PACHECO, 2019).

Jensen (2000) afirma que esse modelo foi crucial para a publicação de 1939 do livro do químico Linus Pauling, intitulado *The Nature of The Chemical Bond*. Lewis possuía uma noção de como os pares de elétrons eram compartilhados, porém, ainda não se tinha domínio do modelo de ligação covalente, nome que só veio com Irving Langmuir assim como a Regra do Octeto.

Podemos citar como contribuições de Gilbert Lewis ainda, a descoberta do Deutério, com seu orientando Harold Urey, a sua teoria ácido-base, tendo um estopim além das relações de doação e recepção de pares de elétrons de sua então Teoria dos Pares Compartilhados, as críticas severas à Arrhenius e sua teoria ácido-base, à qual Lewis, chegou a trocar cartas criticando o químico sueco na época de sua recém-saída da Alemanha, após pesquisas com Nernst (COFFEY, 2008).

Seu último trabalho foi na análise de fluorescência e a tentativa de descoberta da relação do estado triplete no processo de fosforescência e ainda a questão de desativação radiativa na presença de corantes em que continuou pesquisando até o dia de sua morte (JANSEN, 2000).

Esse contexto apresentado aqui motivou a criação do Estudo de Caso sobre a história de vida de Lewis, trazendo as reflexões voltadas à NdC no contexto do ensino de química em sala de aula.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

Nesse capítulo, apresentaremos a metodologia a ser utilizada no trabalho, contemplando referenciais metodológicos em pesquisas sobre aspectos da NdC e adaptando para as abordagens aqui mostradas nos capítulos anteriores.

3.1. Natureza e contexto da pesquisa

Essa pesquisa se enquadra como uma pesquisa qualitativa, no qual o objetivo é o envolvimento com análises que não podem ser quantizadas, geralmente associada às ciências humanas e sociais, em que se trabalha com um universo de significados (MINAYO, DESLANDES e GOMES, 2016). Dentro dessa abordagem, é preciso escolher o tópico de investigação, delimitar o problema, tratar dos objetos e dos objetivos, construir um marco teórico conceitual de base para o trabalho, escolher a instrumentação de coleta de dados e, por fim, trabalhar com uma exploração de campo, no nosso caso, categorizar e analisar os dados (MINAYO, DESLANDES e GOMES, 2016). Tudo isso faz parte da fase exploratória da pesquisa e é de suma importância para o desenvolvimento de argumentação e da qualificação dos dados obtidos.

Além disso, Minayo *et al.* (2016) caracteriza a pesquisa qualitativa como sendo baseada em uma Sociologia Compreensiva de subjetividade e não em uma abordagem filosófica de corrente Positivista, mais objetiva e a fim de obter dados matemáticos para a compreensão da realidade. Ou seja, o trabalho presente se enquadra nesse tipo de pesquisa, uma vez que busca compreender e qualificar aspectos da natureza humana vividas socialmente, e no contexto em questão, a vida de um cientista como fonte de compreensão de seu trabalho, trazendo assim o significado como conceito central da investigação.

A partir dessa reflexão, é preciso trazer algumas informações acerca do contexto de aplicação desse trabalho, para a elaboração da coleta de dados, já que isso também se enquadra em uma perspectiva de uma análise mais humana do ambiente escolar. O local onde a pesquisa foi realizada é uma escola pública, localizada na Asa Norte, região do Plano Piloto de Brasília. Essa escola foi escolhida como forma de aproveitar a disciplina de Estágio em Regência no Ensino de Química 2, feita sob a supervisão do Prof. Thayllan Lima, colega de curso durante

muito tempo e no período em questão, professor do Centro Educacional Gisno. A instituição, apesar de situada em uma região nobre do Distrito Federal, apresenta alunos dos mais diversos contextos, por se tratar de uma escola pública. Uma considerável parte desses alunos, segundo levantamos por meio de entrevistas e do Projeto Político Pedagógico da escola, moravam em regiões mais periféricas e estudavam na região central da capital federal, pois realizavam estágios em grandes empresas ou órgãos públicos e isso era uma oportunidade de mudança de vida, tanto para eles em questão de experiência, quanto para a realidade familiar no aspecto financeiro.

Dentro desse desafio, optamos por trazer questões de reflexão do papel social da escola na vida deles, visto que o ambiente escolar representa o desenvolvimento de diversas atividades e habilidades interpessoais e exigir reflexões cotidianas e tradicionais da escola de alunos que já apresentam uma rotina pesada de estudos e trabalho, ainda na adolescência, não pareceu oportunista, muito menos atraente para a aplicação. Com isso, no dia 1º de dezembro de 2022, a partir das 7:30 horas, tiveram início as atividades propostas contando com 13 estudantes do 2º ano do Ensino Médio da escola, de turmas variadas, os quais numeramos e codificamos de A1 a A13, além de 3 Licenciandos participantes do PIBID da Universidade de Brasília, sob a supervisão do mesmo professor, os quais codificamos também, mas dessa vez de L1 a L3.

As atividades foram todas realizadas durante essa manhã, pois como estávamos no fim do calendário letivo e com muitos cancelamentos de aulas por conta da Copa do Mundo da FIFA de 2022, entendemos que essa seria a única oportunidade e, portanto, se estendeu durante 4 horas no período da manhã, vindo a terminar 11:30 horas. Os alunos, de maneira geral, se apresentaram tímidos no início, mas logo se mostraram participativos, o que foi mais proveitoso para as reflexões, assim como não houve muitos episódios de estudantes que se sentiram insatisfeitos com a aplicação a ponto de deixarem a sala e se recusarem a contribuir com a dinâmica.

3.2. Coleta de Dados: estruturação e aplicação em sala de aula

A pesquisa partiu de um Estudo de Caso dentro de um episódio histórico, enfatizando o aspecto explícito-reflexivo da NdC. Nessa perspectiva, define-se um Estudo de Caso como uma análise aprofundada de um episódio histórico específico que venha aproximar o aluno do entendimento e das motivações que levaram à construção do conhecimento científico a ser trabalhado (PORTO, 2013).

A partir disso, trataremos a vida de Gilbert Lewis e suas contribuições, como uma análise reflexiva, a fim de gerar uma humanização de cientistas em geral, rompendo com visões

estereotipadas dos alunos de Ensino Médio que frequentemente atribuem concepções até mesmo sobre-humanas dessas pessoas (MOURA, 2014), além de promover um melhor entendimento por parte desses alunos, acerca da construção da teoria que estabeleceu a natureza dos três tipos de modelos de ligações químicas, trabalhadas nesse nível de ensino (iônica, covalente e metálica), assim também como a influência da motivação e das relações interpessoais (fatores externos à ciência) podem afetar a construção ou não de um conhecimento químico.

Porto (2013) afirma também, que a relação entre cientistas, quando trabalhada do ponto de vista de construção de um conhecimento e não apenas como uma curiosidade ou uma análise superficial, pode ser um aspecto da NdC de entendimento de que a ciência não é linear, ou seja, ela é construída a partir de diversos estudos de muitas pessoas. É possível inferir, que às vezes, esses trabalhos são publicados em espaços de tempo curtos e que a proximidade de cientistas de uma mesma época pode interferir para a aplicação de uma pesquisa conjunta, o que promove um desenvolvimento mais acelerado da ciência, ou de relações ruins, as quais geram competitividade e uma busca por autoria exclusiva de um conhecimento.

Na nossa coleta de dados, a aplicação do Estudo de Caso em sala de aula foi organizada em quatro etapas. Na primeira etapa de investigação de concepções prévias, foi solicitado aos estudantes um desenho de como eles imaginam que é um cientista, ou seja, uma representação de um cientista, instrumento de coleta de dados baseado no *Draw a Scientist Test – DAST* (CHAMBERS, 1983). Nesse primeiro momento, essa dinâmica teve como objetivo analisar a concepção dos estudantes acerca de um cientista. Em seguida, foi apresentado um questionário inicial para ser respondido individualmente, com o objetivo de analisar as concepções prévias sobre a construção da ciência, direcionado para a história de vida de Lewis. As questões propostas foram baseadas nos aspectos da NdC discutidos por Lederman (1992) no questionário VNOS (*Views of Nature of Science*).

A partir disso, por volta de uma década de desenvolvimento de vários estudos em sala de aula e com diferentes grupos de alunos do Ensino Básico e Superior, foi estabelecido um conjunto de questionários que abrangiam as VNOS, e que, ao longo do tempo foram aprimorados por outros autores em conjunto com o próprio Lederman.

Neste trabalho, demos ênfase para os questionários VNOS–B e VNOS–C, os quais surgiram para a compreensão dos aspectos socioculturais da NdC e da existência de um método científico universal, justamente por serem os aspectos que estavam inseridos no contexto do nosso Estudo de Caso. Mesmo o VNOS–A sendo o mais indicado para a aplicação de turmas de Ensino Médio, optamos por não o utilizar, uma vez que não engloba os aspectos aqui citados (LEDERMAN *et al.*, 2002).

Dessa forma, foi organizado um questionário inicial, apresentado no Quadro 1, no qual algumas perguntas foram elaboradas pelo autor e outras foram selecionadas dos questionários VNOS (LEDERMAN, 1992).

Quadro 1: Perguntas contidas no Questionário Inicial

<p><i>Questionário Inicial</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. <i>Como você acredita que seja a relação de dois cientistas que estão envolvidos na formulação de teorias parecidas?</i>2. <i>Depois que cientistas desenvolvem alguma teoria, ela pode sofrer mudanças? Defenda sua ideia com algum exemplo: (VNOS-B) 1</i>3. <i>Cientistas possuem suas crenças, suas culturas e suas motivações. Até que ponto você acredita que a motivação de um cientista pode influenciar em sua pesquisa?</i>4. <i>Você acredita que haja alguma diferença entre um conhecimento científico e outras formas de conhecimento? Dê um exemplo:</i>
--

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Após as respostas, prosseguiu-se para a segunda etapa da aplicação, no qual foi apresentado aos estudantes o estudo de caso “O caso de Gilbert Lewis: um cientista rabugento ou perseguido?”, disponível no Apêndice 1, que contém a abordagem do episódio histórico que trata a história de vida e a controversa morte do cientista, com vistas na abordagem dos aspectos da NdC. Dessa forma, o Estudo de Caso foi construído a partir de um texto base elaborado pelo autor após a leitura do livro de Patrick Coffey: *Cathedrals of Science: The Personalities and Rivalries That Made Modern Chemistry*, no início de 2022, o qual aborda uma série de rivalidades existentes ao longo da História da Química. Ao longo da obra, o autor dedica um capítulo inteiro para a vida e relações de Lewis com outros cientistas, o que me gerou curiosidade e me motivou para apresentar esse episódio histórico e trabalhá-lo. Esse texto foi divulgado em uma *thread* que é como são chamadas sequências de *tweets* da rede social *Twitter*, contando a história de Lewis por meio de imagens e textos históricos (TWITTER, 2022).

Essa postagem teve uma boa repercussão, atingindo 142 curtidas e 46 compartilhamentos, entre eles de pessoas do meio acadêmico de várias partes do Brasil, que

abraçaram a publicação e divulgaram na rede social. Inicialmente, foi pensado em utilizar diretamente essa postagem como recurso pedagógico para a apresentação do Estudo de Caso, tendo em vista que essa metodologia poderia aproximar os estudantes do conteúdo, pela grande relação dos adolescentes com as redes sociais. No entanto, como a postagem apresentaria o desfecho real do caso, optou-se pela criação de um texto, em duas partes, no qual os estudantes pudessem refletir sobre alguns pontos da história e propor possíveis causas da morte de Lewis a partir do contexto apresentado aos mesmos a partir de pistas sobre alguns fatos ocorridos antes de sua morte. De acordo com Queiroz e Cabral (2016), os pontos positivos de aplicação dos estudos de caso na área de química estão associados ao desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, da aplicação de conceitos na prática, de escrita e comunicação oral e, principalmente, a de analisar os fenômenos a partir de uma perspectiva do pensamento crítico.

Após a elaboração do Estudo de Caso e em momento anterior a sua aplicação em sala de aula, foi realizado o Estudo Piloto (FERREIRA, 2013), a partir da leitura e análise crítica de dois pesquisadores da área de Ensino de Química da linha de pesquisa de HFC, conforme segue:

- E1 – Doutor na área de Ensino de Química (Universidade Estadual de Maringá - UEM)
- E2 – Doutorando na área de Ensino de Química (Universidade de São Paulo - USP)

Dessa forma, o Estudo de Caso construído e revisado foi enviado por meio de e-mails para os dois participantes que retornaram com as respostas da validação, assim como possíveis melhorias para a aplicação ou na estrutura do próprio texto. As perguntas respondidas se encontram no Quadro 2, abaixo:

Quadro 2: Perguntas contidas na Validação do Estudo de Caso

<i>Perguntas da Validação</i>
<i>1) Você considera a estrutura e a organização do estudo de caso originais?</i>
<i>2) Houve alguma dificuldade de entendimento do episódio histórico?</i>
<i>3) Você acredita que o episódio histórico contempla aspectos de História e Filosofia das Ciências bem como aspectos da Natureza da Ciência?</i>

- 4) *As atividades são condizentes e podem ser executadas por alunos de Ensino Médio?*
 - 5) *Há uma relevância na aplicação desse trabalho em uma percepção mais social da ciência?*
 - 6) *O conteúdo das duas partes possui conexão e são tratados de maneira interessante?*
 - 7) *Deixe aqui outros aspectos de validação que ache interessante, assim como sugestões para a aplicação, se houver.*
-

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Neste momento, apresentaremos as análises mais pertinentes feitas pelos dois pesquisadores em relação ao Estudo de Caso. Ambos trouxeram uma análise promissora do trabalho, afirmando não possuir nenhuma dificuldade de entendimento, ou algum aspecto que poderia apresentar um obstáculo aos estudantes, durante a dinâmica. E1 afirmou que há um potencial a ser trabalhado dependendo da abordagem em HFC, explicou ainda, que para o Ensino Médio, não seria interessante trabalhar a contribuição de Lewis nas Teorias Ácido-Base, já que demandaria uma abordagem bem aprofundada, sendo mais interessante a aplicação com o conteúdo de Ligações Químicas, com foco na Teoria dos Pares Compartilhados. E2 também estabeleceu um feedback positivo, porém, afirmou que um possível engrandecimento do trabalho seria um prólogo trabalhando com Química Forense, focando em Papiloscopia e Toxicologia como principais direcionamentos, visto que, representa um conteúdo em alta nos Itinerários Formativos do Novo Ensino Médio e despertaria um interesse dos estudantes na realização do relatório final da morte do cientista. Na medida do possível, incorporamos as sugestões de aplicação dadas pelos pesquisadores.

Na terceira etapa dessa aplicação, logo após o desfecho histórico, foram discutidos os aspectos sobre a natureza das ligações químicas, explicando os três tipos de ligações citados anteriormente, além das estruturas de pontos de Lewis e a Regra do Octeto. Nessa perspectiva, objetivou-se que os alunos assimilassem o episódio histórico com o conteúdo apresentado, de forma a influenciar na compreensão da construção de todos os conceitos trabalhados.

Por fim, na quarta e última etapa, foi proposto um questionário final, para análise de possíveis mudanças nas concepções dos estudantes acerca da NdC e do caso de Lewis, conforme apresentado no Quadro 3:

Quadro 3: Perguntas contidas no Questionário Final

<hr/> <p style="text-align: center;"><i>Questionário Final</i></p> <ol style="list-style-type: none"><i>1. Você mudaria alguma das respostas dadas no questionário inicial? Se sim, quais?</i><i>2. A vida de Lewis te ajudou a entender melhor como as teorias dele foram construídas?</i><i>3. Pra você, por que a maioria dos cientistas são endeusados ou tratados como seres sobre-humanos?</i> <hr/>
--

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Vale ressaltar, que além disso, essa análise pode servir para avaliar se a apresentação do caso ajudaria a entender melhor o conteúdo ou se foi possível ainda observar interesse dos estudantes nas aulas de química com essa abordagem em relação ao ensino tradicional.

3.4. Metodologia de Análise dos Dados

A metodologia de análise utilizada no nosso trabalho foi a categorização de dados de pesquisa qualitativa, a partir de uma Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes e Galiazzi (2007). Nesse método de análise de textos discursivos, o pesquisador consegue investigar e gerar novas compreensões, além de reconstruir conhecimentos existentes sobre os temas investigados (MORAES; GALIAZZI, 2016).

No processo de categorização dessa metodologia, o pesquisador elabora categorias iniciais, intermediárias e finais no intuito de partir de uma ideia prévia e reconstruir essa ideia em uma categoria final, mais afinada e direcionada para a temática em que se quer investigar, ou seja, uma categoria final pode ser o resultado de uma análise de diversas categorias iniciais. A desconstrução desse texto, que gera esse movimento de unitarização, é feita por meio de uma seleção de unidades de significado, que são partes do texto coletadas por interesse do pesquisador e que geralmente apresentam repetições ou similaridade de ideias e, portanto, merecem uma atenção maior na análise para a construção do metatexto (CALIXTO, GALIAZZI e KIOURANIS, 2021). Essas relações podem ser sintetizadas na Figura 1, abaixo:

Figura 1: Relações estabelecidas na criação do metatexto de uma ATD



Fonte: PEREIRA e HEINZLE, 2017, p. 177

A partir do trabalho de Lederman *et al.* (2002), obtivemos as diversas categorias acerca da NdC, assim como também a codificação dessas categorias a partir das respostas de cada pergunta adaptada do questionário VNOS. Assim, foi possível unir as respostas do questionário prévio com o questionário final de cada estudante estabelecendo um comparativo das concepções aprendidas ao longo da apresentação do Estudo de Caso e do conteúdo das aulas e avaliar com as concepções de NdC referenciadas.

CAPÍTULO 4 – ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo, é apresentado a análise dos dados obtidos a partir da aplicação do Estudo de Caso de Gilbert Lewis no Centro Educacional Gisno, na Asa Norte. A aplicação que ocorreu no dia 1º/12/2022, durou cerca de 4h, no período da manhã, e contou com a participação de 13 alunos de turmas diversas do 2º ano do Ensino Médio, além de três Licenciandos do curso de Química da Universidade de Brasília, participantes do PIBID. Neste capítulo abordaremos sobre a categorização e a análise das tabelas, divididas em quatro subtópicos no que diz respeito à ordem da aplicação citada anteriormente na metodologia. Primeiramente sobre a Análise dos Desenhos, seguida do Questionário Inicial, as duas partes do Estudo de Caso e por fim, analisando os Questionários Finais e estabelecendo um paralelo com as concepções iniciais.

4.1. Análise dos Desenhos

Na primeira etapa da aplicação, utilizamos de uma adaptação de um teste chamado *Draw-a-Scientist Test* (CHAMBERS, 1983) em que crianças ou adolescentes desenham suas concepções de cientistas a fim de analisar possíveis estereótipos acerca do fazer científico e avaliar, por meio disso, a concepção de ciência apresentada pelos educandos. Na nossa adaptação, optamos por avaliar as Visões Deformadas da Ciência (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001) e como os aspectos e diferentes visões da NdC podem contribuir para a quebra dessas deformidades.

A partir disso, e tomando como referência a Tabela 1, foi feita uma análise de quais visões são predominantes nas descrições dos desenhos feitos pelos alunos, sem deixar de observar também, os principais elementos que configuram a produção do conhecimento científico ou ainda, se há interferência do contato com a teledramaturgia nessas visões que foram trazidas. As unidades de significados, extraídas dessas descrições, foram categorizadas e quantificadas, de modo a avaliar qual a visão dos alunos sobre o que é ser cientista.

Tabela 1: Categorização do DAST

Categoria inicial	Unidade de significado	Quantidade	Categoria Final
Experimentação e Vidrarias	“realizando um experimento.” (A2) “trabalhando em uma mesa com vidrarias.” (A4)	12	Concepção descontextualizada : empírica, estereotipada e analítica
Estereótipo	“possivelmente um biólogo, com estereótipo de maluco.” (A5) “Um cientista com estereótipo de louco” (A11) “Um cientista, geralmente um homem com foco em pesquisas” (L1)	10	
Simbologia	“simbologias científicas espalhadas juntamente com nome de cientistas” (A1) “um átomo de Rutherford” (A3)	6	
Personagens	“apresenta o personagem Rick Sanchez” (A13) “apresenta o personagem Dexter” (L3)	3	
Coletivismo	“Dois cientistas trabalhando em conjunto” (A6) “Uma cientista fazendo um relatório” (A8)	3	Concepção contextualizada: coletiva e humanizada

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Na primeira categoria inicial, podemos observar que os alunos trouxeram a ideia da experimentação e do uso de laboratórios como imprescindíveis na atividade científica, reforçando o estereótipo de que ciência se faz apenas em laboratório, concepção frequentemente presente quando se pensa em um cientista (CAVALLI e MEGLHIORATTI, 2018, p. 94). De acordo com Pozo e Crespo (2009, p. 18),

Essa imagem da ciência, que na verdade não corresponde ao que os cientistas realmente fazem, apesar de estar também muito presente nos meios de comunicação social – um cientista é sempre alguém vestido com um avental branco manipulando aparelhos em um laboratório –, é mantida e reforçada por meio da atividade cotidiana na sala de aula, mesmo que isso nem sempre seja feito de maneira explícita.

De certo modo, a observação da quantidade majoritária de unidades de significado nessa categoria inicial, pode ter uma relação com a educação simplista e predominantemente teórica

trazida por professores do Ensino Básico, os quais acreditam que a demonstração de uma ciência pronta e já elaborada é satisfatória para o contexto de ensino e de aprendizagem e não se atentam que na verdade, isso é um fator preponderante para afastar os estudantes de uma realidade de produção científica, o que leva a visões distorcidas das atividades experimentais (CACHAPUZ *et al.*, 2011).

A segunda categoria inicial, “Estereótipo”, traz uma concepção dos alunos de que a ciência é produzida na grande maioria das vezes por homens, malucos, em que há um foco muito grande na atividade científica, os excluindo de qualquer outra atividade comum. Na Figura 2, abaixo, isso fica evidente quando o estudante A2 se refere ao cientista como “um cara fazendo experimento”. Essa ideia tem grande influência midiática, uma vez que um cientista é, normalmente, apresentado como um gênio e uma pessoa inacessível intelectualmente, sobretudo em programas de TV e entrevistas jornalísticas.

Acreditamos que isso se faz presente em 10 unidades de significado, por conta da ciência já elaborada do Ensino Básico apresentar apenas os cientistas mais reconhecidos, normalmente homens, ou seja, aqueles que receberam os créditos das teorias difundidas em sala de aula, desconsiderando todos os participantes da construção do conhecimento em questão, o que tornaria a imagem desses cientistas um pouco mais humanizada e vinculada à ciência do cotidiano.

Nesse sentido, ao discutir sobre a predominância masculina na ciência, Chassot (2017) aponta que um dos indicadores sobre o reconhecimento das mulheres na ciência é que menos de 3% dos cientistas laureados pelo Prêmio Nobel são mulheres, isto representa um universo de apenas 18 mulheres contra 575 homens, acrescido ao fato de que, entre as laureadas, três delas receberam o prêmio exclusivo, sendo os demais compartilhados com homens.

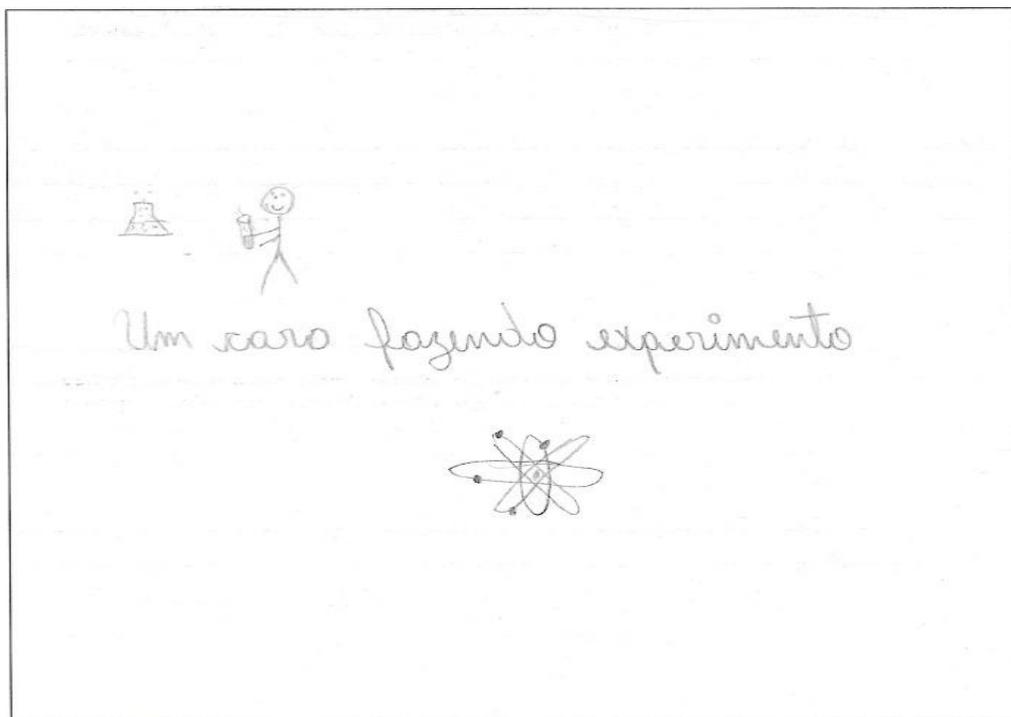
A terceira categoria inicial, denominada “Simbologia”, configura uma visão trazida por Gil-Pérez (2001) exclusivamente analítica em que a ciência pode ser resumida de maneira simplista a uma representação de teoria, como se aquele resultado fosse o ponto final e o único destaque a se fazer daquele trabalho. Outro ponto que podemos analisar dessa categoria, é que muitos alunos se utilizaram da representação do Modelo de Rutherford, o que na nossa concepção trouxe além dessa visão deformada citada, a presença de um obstáculo verbal de Bachelard (1996, p. 91), no qual “uma única imagem, ou até uma única palavra, constitui toda a explicação”. Assim, ao reduzir o trabalho científico a uma análise simbólica, os estudantes são levados mais pelo caráter estético daquela representação do que de fato pelas características conceituais da estrutura.

Além disso, essa percepção se faz presente, já que a estrutura do Modelo de Rutherford é a “imagem” de um átomo mais propagada ao invés do Modelo de Bohr que é mais atualizado

e quando nenhum outro aluno traz, também, alguma simbologia que represente qualquer outro Modelo Atômico estudado no Ensino Médio, ou todas as representações desses modelos como uma ideia evolutiva.

Esses resultados convergem com os dados obtidos por Silva (2015), no qual a representação mais frequente dos alunos da Educação Básica corresponde ao modelo de Rutherford, mesmo que as explicações dadas não sejam referentes a esse modelo, o que evidencia a resistência das imagens apontada por Bachelard (1996). Na representação de A2 observa-se também essa representação do átomo:

Figura 2: DAST



Fonte: estudante A2 (2022).

Uma das possíveis causas é a forte presença dessa imagem na mídia, o que nos leva a próxima categoria inicial, na qual os alunos associam um cientista a personagens fictícios. Na categoria “Personagens”, há um caráter de identificação com os personagens ou gosto pela série televisiva apresentada. Dessa maneira, o desenho aqui adquire uma noção de representação por fatores pessoais, já que, por exemplo, o personagem Rick Sanchez da série televisiva Rick & Morty, uma animação adulta norte-americana criada por Justin Roiland e Dan Harmon para o bloco de programação noturno Adult Swim, exibido no canal Cartoon Network. Nesse sentido, Siqueira (1999, p. 19) discute que “a Ciência também é divulgada por intermédio de desenhos animados, seriados, filmes e telerrevistas de variedades, que a utilizam com objetivos outros que não a sua socialização”. Além disso, é possível discutir que as representações nessas

animações não simulam a realidade do cotidiano científico e possuem características fictícias próprias, não sendo possível entendê-las sem a perspectiva do autor que as introduziu.

Partindo dessas quatro categorias iniciais, criamos uma categoria final que engloba uma reflexão direcionada do que todos apresentam em comum: a descontextualização na ciência. Foi possível observar que ao elaborar esses desenhos, o que caracteriza essa visão descontextualizada é principalmente a falta de comunicação entre os professores e a realidade sociocientífica, em que ignora-se essa dimensão da atividade científica e além disso não criam mecanismos para propor avaliações de atitudes, atribuindo um papel neutro à ciência e deixando de estimular as capacidades argumentativas dos estudantes (ALONSO, GIL e MARTÍNEZ TORREGROSA, 1992), desencadeando em uma exploração estereotipada apenas da atividade experimental, como apresentados nas Figuras 3 e 4, abaixo:

Figuras 3 e 4: DAST



Fonte: estudantes A5 e A11, respectivamente (2022).

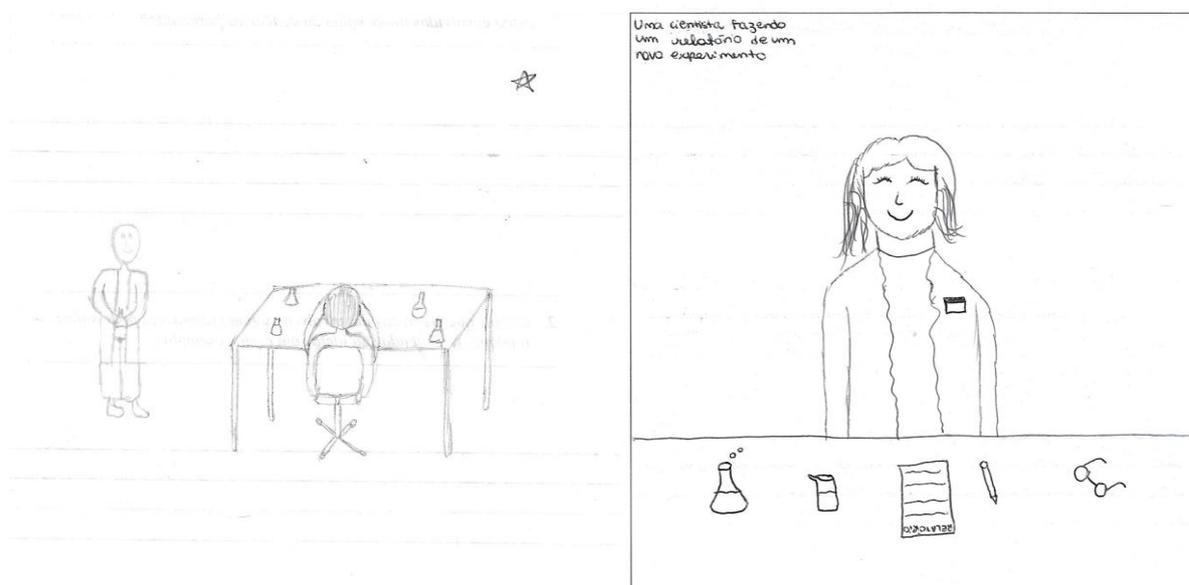
A partir desses desenhos, se mostra importante levar os alunos a repensarem o papel da ciência no contexto de Ensino Médio, ainda mais quando ela se mostra necessária, como foi na pandemia de Covid-19. Ao mesmo tempo, trazer uma ideia contextualizada na sala de aula evita com que futuros cidadãos adquiram o pensamento de imediatismo da construção científica, em que o conhecimento científico seria capaz de resolver todos os problemas sociais, desconsiderando outros fatores históricos e sociais, o que caracteriza a perspectiva salvacionista discutida por Auler e Delizoicov (2001). Essa perspectiva reforça a noção de que

[...] fazer ciência não é mais do que uma tarefa de “gênios solitários” que se encerram numa torre de marfim, desligados da realidade, constitui uma imagem típica muito difundida que o ensino das ciências, lamentavelmente,

não ajuda a superar, dado que se limita a uma transmissão de conteúdos conceptuais e, no fundo, ao treino de algumas destrezas, deixando de lado os aspectos históricos, sociais, culturais, políticos, que caracterizam o trabalho científico no seu contexto, bem como o desenvolvimento científico (GIL-PÉREZ *et. al.*, 2001, p. 137-138).

Já na perspectiva contextualizada, apenas três unidades de significados foram observadas no que se refere a uma visão humanizada do cientista, como pessoas que trabalham em grupo e não isoladas em seus laboratórios, bem como mulheres no contexto científico, como exemplificado nas Figuras 5 e 6. Embora apareçam essas questões, vale ressaltar que o número de unidades de significado, representa uma pequena parcela do todo, e, portanto, podemos afirmar que a ciência está longe de ser vista como diversificada por estes estudantes.

Figuras 5 e 6: DAST



Fonte: estudante A6 e A8, respectivamente (2022).

Nessas figuras, podemos observar o aspecto contextualizado da ciência quando o estudante traz uma mulher à frente da produção científica, algo que infelizmente ainda é visto no Brasil em menor proporção quando comparado à atividade masculina. É importante salientar que os dois desenhos que trazem uma cientista foram feitos por alunas da Educação Básica, o que pode indicar que essas meninas, possam, futuramente, se ver em carreiras científicas. Esse aspecto é apontado por Chassot (2017) ao debater sobre o espaço de igualmente ainda desigual no meio acadêmico:

O número de mulheres que se dedicam às Ciências em termos globais, é, ainda, significativamente menor que o de homens, mesmo que se possa dizer que, nas décadas que nos são mais próximas, está havendo uma muito significativa presença das mulheres nas mais diferentes áreas da Ciência,

mesmo naquelas que antes pareciam domínio quase exclusivo dos homens. (CHASSOT, 2017, p. 123)

Além disso, outro ponto a ser ressaltado é a valorização de uma atividade de levantamento de dados, no caso um relatório e não apenas a atividade experimental, trazida pela estudante na descrição do desenho no canto superior esquerdo. Isso vai de encontro a uma visão deformada empírico-indutivista, tendo em vista que apresenta uma atividade de criação de hipóteses para a construção do conhecimento científico.

4.2. Análise dos Questionários Iniciais

Nessa segunda etapa da aplicação, os estudantes responderam quatro perguntas iniciais na intenção de analisarmos as concepções prévias que eles tinham sobre a construção científica e como eles enxergavam o lado mais externo dessa construção, ou seja, a influência de fatores sociais, históricos, culturais e de relações interpessoais.

Categorizamos cada resposta a fim de obter uma linha de pensamento mais delimitada de quais discussões feitas pelos estudantes estava mais presente e, portanto, poderia representar melhor a nossa análise final desse questionário. Na Tabela 2 apresentamos a categorização das respostas para a questão 1.

Tabela 2: Categorização da Questão 1 – “Como você acredita que seja a relação de dois cientistas que estão envolvidos na formulação de teorias parecidas?”

Categoria inicial	Unidade de significado	Quantidade	Categoria Final
Parceria	“usam o que faltam em uma para complementar a outra” (A1) “pode ser parceiro” (A2)	8	Relação de Colaboração
Competição	“pode ter desavença” (A2) “relação agressiva e competitiva” (A5)	7	Individualismo
Reconhecimento	“receber toda atenção” (A3) “querendo provar a teoria antes do outro” (A5)	5	
Desvalorização das minorias (gênero e raça)	“Existe muito machismo e racismo também” (A12)	1	

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Nessa primeira pergunta, a intenção foi buscar qual visão prévia os estudantes tinham da relação coletiva na ciência, ou seja, se são relações saudáveis em que as pessoas trabalham mesmo com suas diferenças e interesses próprios em prol de algo maior (a ciência) ou se os pesquisadores deixam seus interesses e demais fatores humanos interferirem no processo científico e possivelmente gerar relações não saudáveis de competitividade e luta por reconhecimento.

A primeira categoria que trata da temática de “Parceria” foi a mais abordada pelos estudantes com oito unidades de significado. Percebe-se que além da relação de parceria, foi muito mencionado também o aspecto de complementação entre teorias, ou seja, para esses estudantes o trabalho científico coletivo ocorre através de linhas de pesquisas que convergem para o sentido delas se complementarem e não atribuindo a coletividade da pesquisa como mais de uma pessoa trabalhando no mesmo laboratório e que se ajudam em uma mesma linha.

Logo em seguida, aparecem as categorias de “Competição” e de “Reconhecimento” em que se acredita que a relação científica seja uma luta contra o tempo para quem publica primeiro um estudo ou para quem recebe os créditos, dando claros indícios da ciência como uma atividade que por mais que ajude a sociedade, acaba promovendo a ganância dos envolvidos nas formulações dos estudos. Uma das hipóteses que levantamos sobre essa interpretação dos alunos é a de que a ciência no Brasil é um ramo de alta intelectualidade e pouco prestígio pela sociedade, o que faz os pesquisadores buscarem reconhecimento como uma tentativa de compensar as adversidades de um país de pouco investimento na área. E de maneira geral, a hipótese é a de que a atividade científica, na visão desses estudantes, se assemelha com a atividade esportiva na questão de brigar por espaço no meio acadêmico o que é bastante plausível e real, tendo em vista que são poucos os pesquisadores que entram na história como figuras públicas de muito prestígio e reconhecimento global.

Uma categoria que criamos foi a de desvalorização de minorias citado exclusivamente por uma estudante que afirmou que o ambiente acadêmico de produção científica ainda se mostra machista e racista, aspecto bem interessante, pois ela pode ter associado principalmente à dificuldade como mulher de buscar seu espaço e mostrando que a academia é um ambiente elitista ainda, ao atribuir essa valoração às pessoas brancas e geralmente do sexo masculino. Uma análise interessante que se pode inferir é que esse relato é de uma aluna que desenhou uma mulher no DAST, analisado anteriormente, dando a entender que seu engajamento em relação ao reconhecimento das mulheres em atividades historicamente de predominância masculina se faz muito presente em todas suas representações e maneiras de se expressar.

Concluindo as análises dessa primeira pergunta, na categorização final optamos por separar em apenas duas categorias análogas, uma dizendo o quanto a repetição do termo “parceria” significava uma relação de contribuição, enquanto que por outro lado, o tratamento das relações de competição, de reconhecimento e de desvalorização de minorias implicava em um caráter humano individualista, uma vez que os termos citados evidenciam uma visão na qual a ciência possui caráter egoísta e menos colaborativa, visão predominante entre as unidades de significado, quando somadas para a categoria final. O ensino tem um importante papel nesse resultado que encontramos pois os próprios materiais didáticos apontam para uma imagem individual de cada cientista, o que por um lado é positivo já que há um respeito de suas particularidades, o que humaniza essa imagem, porém ao se apresentar sem uma contextualização de construção da ciência, essa visão vem a ser deformada por parte do aluno, acreditando que um pesquisador passa por cima do outro até que alguém prevaleça. Na Tabela 3, a seguir, apresentamos as respostas da questão 2.

Tabela 3: Categorização da Questão 2 - Depois que cientistas desenvolvem alguma teoria, ela pode sofrer mudanças? Defenda sua ideia com algum exemplo:

Categoria inicial	Unidade de significado	Quantidade	Categoria Final
Troca de paradigma	“porque podem ser comprovadas coisas diferentes” (A4) “sofrer mudanças, para chegar em um novo resultado” (A11)	9	Construção do Conhecimento Científico
Visão acumulativa	“melhorar um resultado” (A11) “evolui com o tempo, com o uso da tecnologia e com a explicação de novos fenômenos” (A12)	9	
Modelos Atômicos	“podemos ver isso com os Modelos Atômicos” (A3) “Como o Modelo Atômico de Rutherford-Bohr” (L2)	7	Conhecimentos Historicamente Construídos
Evolução das Espécies	“aprimoramentos como a Evolução das Espécies.” (A5)	1	
Impactos sociais do conhecimento científico	“uma vacina que já foi aprovada para ser aplicada não poderá ser cancelada após vacinar milhões.” (A8) “com os estudos da Covid.” (A4)	2	Responsabilidade Social da Ciência

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Essa pergunta é adaptada do Questionário VNOS (LEDERMAN, 1992) e conta com uma análise voltada à visão de construção da ciência, se os alunos acreditam que pode ser estagnada e possuir um “ponto final” após uma descoberta ou publicação, ou se a ciência é um processo em constante evolução de ideias que avançam com o tempo. Nenhum estudante afirmou ou deu algum exemplo de uma ciência com caráter dogmático, porém, ao abordarem a existência de um caráter contínuo, nove unidades de significado afirmaram que a mudança na ciência ocorre com quebras de paradigma, semelhante às Revoluções Científicas: “aqueles episódios de desenvolvimento não cumulativo, nos quais um paradigma mais antigo é total ou parcialmente substituído por um novo incompatível com o anterior” (KUHN, 2011, p. 125).

Por outro lado, mais nove unidades de significado estabeleceram a ideia da construção do conhecimento científico como sendo acumulativo, em que há ênfase no aperfeiçoamento dos resultados proposta por outras pesquisas e na evolução dos conceitos a partir do aprimoramento tecnológico. Nos exemplos da pergunta complementar, categorizamos os conhecimentos historicamente construídos, os quais possuem relação direta com essa questão acumulativa, a partir do momento em que os estudantes citam a Teoria da Evolução das Espécies e a Evolução dos Modelos Atômicos, ambos saberes científicos que foram construídos historicamente.

Uma última categoria inicial abordou os impactos sociais do conhecimento científico, ou seja, a irreversibilidade desse conhecimento quando colocado em prática, levando-nos a gerar uma categoria final de responsabilidade social da ciência, afinal, quando os conhecimentos científicos em prática afetam a vida de muitas pessoas, esse acesso deve ter garantia de benefícios ao cidadão e não a capacidade de colocá-los em risco.

Ainda, uma última análise interessante foi o fato das trocas de paradigmas possuírem as mesmas quantidades de unidades de significados da visão acumulativa por parte de alunos de Ensino Médio, já que, normalmente, não há ênfase na abordagem das revoluções que o conhecimento científico passou ao longo do tempo, apenas os produtos desse desenvolvimento histórico. Independente da compreensão ser por troca de paradigmas ou acumulação, os dados nos levam a inferir que os sujeitos, em sua maioria, não possuem uma visão dogmática da ciência. Na Tabela 4, abaixo, apresentamos os dados da questão 4.

Tabela 4: Categorização da Questão 3 – “Cientistas possuem suas crenças, culturas e motivações. Até que ponto você acredita que os valores de um cientista podem influenciar sua pesquisa?”

Categoria inicial	Unidade de significado	Quantidade	Categoria Final
-------------------	------------------------	------------	-----------------

Avaliação por pares	“requerer outros pontos de vista.” (A2) “alguém apresenta uma ideia contrária.” (A6)	6	Perspectiva sociocultural da ciência
Ética da Ciência	“Desde que não deixe interferir e mudar o rumo da sua pesquisa” (A8) “a ciência não pode ser enviesada.” (A12)	5	
Influência social da ciência	“Se um cientista vier de um lugar pobre ele vai entender melhor o papel da ciência pra sociedade.” (A5)	1	
Interesses Pessoais	“sucesso da teoria defendida.” (A1) “moldar” a cabeça das outras pessoas de acordo com a ideia colocada ali.” (A13)	3	Perspectiva individualista da ciência

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Nessa questão, o objetivo foi explorar a influência dos fatores mais externos da produção científica a fim de se analisar as visões dos estudantes em relação a essas possíveis interferências, sejam elas culturais ou pessoais, gerando uma reflexão acerca do ambiente como fator diretamente ligado ao problema de pesquisa e das características individuais de cientistas em sobreposição aos valores de aplicação coletiva.

Assim, criamos a categoria de “Avaliação por pares” que consiste em um procedimento científico de validação bastante comum e que foi muito bem observado pelos alunos por meio de outras palavras mais voltadas à necessidade de pontos de vistas diferentes, como uma possível forma de inibir o viés da pesquisa, já que assume-se que um mesmo estudo pode apresentar pontos divergentes a partir de um determinado contexto sociocultural também diferente, e então surge essa perspectiva como categoria final na nossa análise.

Outro fator bastante associado à primeira categoria consiste na “Ética científica”, em que o pesquisador pode ser influenciado por seus valores a seguir uma determinada linha de pesquisa ou levantamentos de hipóteses. Essa demonstração de valores acima da ética profissional resultaria além de um conhecimento enviesado, nos interesses pessoais sendo colocados acima dos interesses sociais ou do público-alvo da pesquisa. Com esse resultado, decidimos promover uma separação na categoria final, pois agora a discussão sai de uma

realidade sociocultural e passa a restringir-se a uma perspectiva individualista, como mencionado na Tabela 2. Na Tabela 5, abaixo, são apresentadas as categorias para a questão 4.

Tabela 5: Categorização da Questão 4 – “Você acredita que haja alguma diferença entre um conhecimento científico e outras formas de conhecimento? Dê um exemplo:”

Categoria inicial	Unidade de significado	Quantidade	Categoria Final
Conhecimento validado pelo Método científico	“estudou sobre tal doença” (A2) “pautado em comprovações” (A13)	8	Conhecimento sistematizado
Ciências humanas	“pode vir da história” (A4) “existe conhecimento filosófico” (A5)	4	
Conhecimento experiencial/práxis	“pedreiro tem muito conhecimento de obra mesmo sem ter estudado tanto.” (A7) “conhecimento pode ser vivido” (A10)	7	Conhecimento socialmente construído
Perspectivas de mundo	“lidam de maneira diferente pela forma de enxergar o mundo.” (A9) “Acredito que toda nova descoberta seja científica, sendo cientista ou não.” (A1)	4	
Crenças religiosas	“A espiritualidade também é uma forma de conhecimento.” (A3) “há outras formas de conhecimento como o religioso.” (A13)	4	Conhecimento culturalmente construído
Pseudociência	“porque nem todos os conhecimentos são comprovados como exemplo os signos.” (A6)	1	
Experimentação	“o conhecimento científico é baseado em experimentos então o método científico é mais engessado” (A12) “O conhecimento científico precisa de pesquisa, teste e resultados para ser repassado.” (L1)	2	Validação do conhecimento
Experiências/vivências pessoais	“baseado em experiências pessoais.” (L1) “aquela que não estudou, mas presenciou.” (A2)	6	

Válido dentro do seu contexto	“Acredito que haja diferentes formas de conhecimento, mas que todas são válidas” (A8)	1
Falseamento do conhecimento	“conhecimento científico é uma busca pela verdade” (A13)	1

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Nessa abordagem, dimensiona-se as diferentes formas de conhecimento existentes no mundo de acordo com a ótica dos estudantes. Esse questionamento aparece como forma de tentarmos entender se o conhecimento para eles exige uma metodologia científica e se não exige, quais outras formas de validação podem requerer.

Dessa maneira fez-se a categorização final, levando em consideração o tipo de conhecimento trazido pelos alunos na categorização inicial. Muitos deles trouxeram o conhecimento das ciências humanas como uma alternativa de conhecimento à pergunta proposta, porém decidimos categorizar tanto esse conhecimento quanto o validado cientificamente, e aqui, mais voltado às ciências naturais, como um conhecimento sistematizado, ou seja, o que está presente nas escolas e instituições de ensino superior como um conhecimento construído por meio de estudos e pesquisas.

Já na segunda categoria final, temos o conhecimento socialmente construído, o qual engloba-se o conhecimento experiencial, muito citado também pelos estudantes, com sete unidades de significação e que tem como característica no Brasil, as pessoas com trabalho braçal que adquirem conhecimento por meio de técnicas experienciais ao longo do tempo na carreira sem a necessidade de uma formação de exigência intelectual, como por exemplo, os pedreiros citados por um estudante que possuem amplo conhecimento de obra mas que não tiveram uma formação de um Engenheiro Civil. Além disso, os alunos classificaram as perspectivas de mundo como uma fonte de conhecimento, ou seja, realidades ainda não alcançadas pela ciência, mas que caem na crença popular como uma vivência e algo a ser creditado.

Próximo do conhecimento socialmente construído temos o culturalmente construído em que as crenças e valores pautados sem necessariamente constituir o conhecimento sistemático, são passadas por uma determinada cultura ao longo de gerações e se mantendo como um comportamento tradicionalista. O exemplo mais comum que temos é a religião, em que há a crença refletida em comportamentos sociais como resposta a um propósito ou função no planeta. Outro exemplo é a pseudociência, como por exemplo a Astrologia, em que a posição dos planetas e astros, interferem na vida e na personalidade das pessoas.

Logo após essas três apresentações de tipos de conhecimento, temos as diferentes perspectivas de como eles podem ser validados pelos estudantes. Algumas das respostas trazidas, refletiam pelo uso da experimentação como forte indício de validação da metodologia científica, ou seja, a prática de experimentos leva ao levantamento de hipóteses e essas são fundamentais para a análise de um resultado, visão que também foi observada nos desenhos feitos pelos estudantes que, no entanto, carregam uma concepção empírico-indutivista da ciência. Por um outro lado, a validação que mais foi apresentada com seis unidades de significado foi a validação por meio das vivências pessoais. Ao exemplo do pedreiro do conhecimento experiencial, todo o conhecimento de alinhar tijolos e realizar obras passam por uma prática que se aprimora com o passar dos anos, ou seja, treinar e aplicar também é uma forma de conhecimento na ótica dos estudantes.

4.3. Análise do Estudo de Caso

Nessa etapa de análise, apresenta-se as categorizações sobre a Parte I e II do Estudo de Caso “O Caso de Gilbert Lewis: Um Cientista Rabugento ou Perseguido?” que contém a história de vida de Lewis e como esse episódio histórico torna-se importante para análises de alguns aspectos da NdC. Na primeira parte, o foco é trazer a vida pessoal de Lewis desde sua criação até sua carreira acadêmica imersa em desavenças e inimizades e contou com apenas oito respostas, sendo cinco alunos do 2º ano do Ensino Médio e três Licenciandos de Química da Universidade de Brasília, porém as discussões foram estendidas a todos os presentes na aplicação e também colocadas aqui como forma de análise, conforme consta nas Tabelas 6 a 9.

Tabela 6: Categorização da Questão a – “Lewis não teve uma escola presente em sua infância, você acredita que isso teve alguma influência em seu desenvolvimento nas relações com as pessoas? Explique:”

Categoria inicial	Unidade de significado	Quantidade	Categoria Final
Função Social da Escola	“escola ensina além do conteúdo” (A1) “A escola também ensina a socializar” (A5)	7	Desenvolvimento da socialização
Relações no Trabalho	“fez com que as outras pessoas não gostassem de trabalhar com ele.” (A5) “afetou muito sua vida adulta, mais especificamente seu trabalho.” (A8)	3	

Personalidade	<p>“às vezes pode ser um problema da personalidade dele mesmo” (A5)</p> <p>“ser uma pessoa melhor.” (A1)</p>	2	Comportamento Individualista
---------------	--	---	------------------------------

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Nessa primeira questão, colocamos a reflexão do papel da escola não só como fonte de conhecimento cognitivo, mas também de conhecimento social, como afirma Vigotsky (1991), em que há o paralelo da vida de Lewis em seus anos iniciais no sistema de *homeschooling* como preponderantes para suas dificuldades de relações no ambiente acadêmico. Acreditamos que essa questão foi importante também, para os alunos passarem a questionar o porquê vão à escola e se observaram nessa trajetória, professores que buscavam mais puni-los ou entender a sociabilização como uma habilidade e algo de suma importância na restauração da saúde mental.

A categoria inicial que mais se sobressaiu foi a de abordagens que trazem a função social da escola, ou seja, os próprios alunos reconhecem que os amigos que fazem e a socialização dentro e fora de sala são fundamentais para o desenvolvimento enquanto estudantes, e que é algo que pode auxiliar em um futuro ao convívio na sociedade. A segunda categoria com três unidades de significado afirma que as consequências da falta de socialização de Lewis interferiram nas suas relações com orientadores que exigiam uma construção mais coletiva na pesquisa. Esses dois fatores foram englobados por nós em uma categoria final de desenvolvimento da sociabilização, pois algo que deveria ter sido desenvolvido na infância, se mostrou anos após maléfico em sua carreira acadêmica já na vida adulta.

Mais um aspecto apresentado pelos estudantes, mas dessa vez categorizado diferentemente, que pode ter interferido nessas dificuldades nas relações, foi a própria personalidade do cientista. Às vezes não foi a falta de um ambiente escolar que causou isso, mas sim uma possibilidade de Gilbert Lewis apresentar uma personalidade mais introspectiva desde o início da vida e que continuou ao longo da carreira acadêmica com a forma de trabalhar mais individualista. Esse comportamento, conseqüentemente, pode ter irritado seus orientadores, que gostariam de ter uma maior participação nas pesquisas, além de colegas que acreditavam que seus trabalhos não tinham credibilidade se não houvesse preocupação em apresentá-los à comunidade científica de maneira presencial.

Tabela 7: Categorização da Questão b – “É inegável que Lewis foi um importante cientista no estabelecimento de teorias na Química. Mesmo tendo sido indicado 41 vezes ao Prêmio Nobel, nunca obteve êxito. Para você, quais os possíveis motivos dele não ter sido laureado?”

Categoria inicial	Unidade de significado	Quantidade	Categoria Final
Relações Interpessoais	“relações dele com os outros cientistas” (A1) “orientador ter influência direta na Academia que premiava.” (A8)	6	Fatores Comportamentais
Personalidade	“ele não gostava de apresentar pros outros.” (A5) “Ele era um homem muito isolado” (A12)	5	
Reconhecimento	“suas descobertas importantíssimas não traziam reconhecimento” (A12) “não viam o impacto das suas pesquisas” (L3)	5	Funcionamento interno da ciência

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Na Questão b, foi pedido aos estudantes, a partir do Estudo de Caso, que mostrassem os motivos que possam ter levado Lewis a ser tantas vezes indicado ao Prêmio Nobel, mas nunca ter ganhado. Antes dessas respostas e após a leitura da primeira parte do Estudo de Caso, mostrou-se as contribuições dele para a ciência, dando foco principalmente na Teoria da Valência e Estrutura dos Átomos, publicação feita em 1923, e das estruturas de pontos que de maneira didática trouxeram o entendimento da Regra do Octeto. Vale ressaltar, que por se tratar de turmas do 2º ano do Ensino Médio, o reconhecimento de sua obra por parte dos alunos foi claro durante a aplicação, por conta de estarem familiarizados com o conteúdo de Ligações Químicas, já ministrado anteriormente pelo professor.

Na primeira categoria inicial, houve a afirmação do fator das relações acadêmicas ser o principal motivo para Gilbert Lewis nunca ter sido premiado. As afirmações dos participantes foram divididas entre sua relação geral com a comunidade acadêmica, ou seja, o acúmulo de suas inimizades que contribuíram nesse processo de validação da premiação e a outra afirmação seria da interferência de Walther Nernst na Academia Sueca, por meio de seu colega cientista e membro do Comitê do Nobel, Wilhelm Palmær, que teve forte influência na escolha dos laureados (COFFEY, 2008).

Já na segunda categoria, está presente a personalidade de Lewis como fator principal dessa questão, pois seus trabalhos científicos, apesar de reconhecidos no papel, não eram associados à imagem do cientista. A personalidade mais reclusa e sua falta de motivação para

apresentar seus trabalhos em eventos científicos podem ter acarretado em uma visão negativa por parte da academia ou até mesmo uma falta de representatividade em seus trabalhos. Isso se torna mais plausível ainda quando analisado do ponto de vista de Irving Langmuir, já que suas contribuições foram menos significativas que as de Lewis, inclusive no ensino de química, e mesmo assim ele conseguiu obter o Prêmio Nobel de 1932 por seus estudos em química de superfície. Além disso, essa análise paralela de Langmuir estabelece o contraponto de personalidade entre os dois. Ao contrário da personalidade de Lewis citada aqui, Irving era extrovertido e adorava criar contatos e apresentar seus trabalhos.

Como categoria final, as duas anteriores possuem um aspecto em comum que é a priorização de fatores comportamentais em detrimento de fatores laborais, esse último o que de fato deveria ser analisado no momento de premiar alguém por sua importância na ciência. Mas não são apenas fatores comportamentais que travaram uma intensa batalha em busca de reconhecimento (nossa terceira categoria inicial). Marie Curie, até hoje a única mulher a receber dois Prêmios Nobel em áreas diferentes, não sofreu com fatores comportamentais, mas sim socioculturais da época. Sendo a primeira conquista na Física em 1903, com seu marido Pierre Curie e a segunda em Química em 1911, nessa última oportunidade travou uma batalha com a academia sueca em busca de espaço e de valorização da sua pesquisa, quando então viúva, se mostrou uma das maiores cientistas do início do século XX, o que colocava em cheque a ideia machista da comunidade científica de que o desenvolvimento da radioatividade ocorreu principalmente por seu marido e que seu papel foi coadjuvante na primeira conquista (PUGLIESE, 2007).

Por fim, relaciona-se tudo aqui citado com a busca por reconhecimento, afinal a ciência é uma atividade que demanda muito tempo e esforço dos pesquisadores e estes por sua vez buscam um retorno em relação aos seus trabalhos. A pergunta se dirigia diretamente ao Prêmio Nobel, que busca dar reconhecimento e visibilidade às pessoas que transformaram a ciência e o mundo por meio de suas pesquisas e essa falta de prestígio, no caso de Lewis, pode ter sido consequência dos fatores de seus comportamentos ao trabalhar e se relacionar com seus colegas cientistas, de grande influência e visibilidade em toda a comunidade da época. Hoje, sabemos que Lewis é referência quando o assunto é o estudo das ligações químicas, sobretudo as de natureza covalente, tendo em vista que todas as suas dificuldades de se relacionar deixaram de ter importância após sua morte e o seu legado permanece até hoje. A ciência tem essa capacidade de manter vivo os estudos que transformaram a vida das pessoas, esse fator inclusive, foi muito citado pelos estudantes na última categoria como uma maneira de desmotivação que foi se prolongando ao longo de sua vida, ou seja, reconhecem seus feitos hoje, mas acreditam que em vida, ele não teve o reconhecimento e o apoio necessário.

Tabela 8: Categorização da Questão c – “O texto mostra que Lewis desenvolveu sua própria teoria ácido-base após críticas à teoria de Arrhenius. Na sua visão há diferença entre uma crítica e uma opinião? Explique seu ponto de vista:”

Categoria inicial	Unidade de significado	Quantidade	Categoria Final
Visão Pessoal do Conteúdo	“opinião pode ser apenas o que você acha.” (A5) “opinião é uma coisa mais pessoal” (A12)	7	Controvérsias de Ideias sem Validação
Olhar Analítico para o Conteúdo	“crítica já desenvolve o pensamento de querer fazer melhor e provar o contrário.” (A8) “Na crítica é estabelecida uma visão construtiva sobre determinado fator.” (L1)	4	Conhecimento validado e sistematizado
Fundamentação do Conteúdo	“crítica precisa ser fundamentada” (A1) “Crítica precisa de um fundamento e algo comprovado” (A12)	2	

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Nessa questão, foi trabalhado um aspecto de validação do conhecimento científico trazido por Lederman (2002) nos Questionários VNOS. Na primeira categoria inicial, vemos os estudantes de forma quase unânime, afirmando que a opinião é uma visão pessoal sobre determinado conteúdo, ou seja, uma controvérsia de ideias, mas que não apresentam algum tipo de validação e podem se basear apenas em relações pessoais de crenças, valores e experiências.

Por outro lado, ao serem questionados sobre uma crítica, afirmou-se em maior quantidade de significados que em uma crítica é necessário que haja um olhar analítico sobre o que se busca compreender, o que, na ciência se torna um fator de transformação do conhecimento e, portanto, os alunos novamente apresentaram a ideia de troca de paradigma e de Revolução Científica da Tabela 4. Outro aspecto que nos chamou a atenção nessa categoria, foi a de que tanto os licenciandos quanto os alunos participantes, apresentam uma ideia de crítica construtiva na ciência, sendo que esse termo quando utilizado de maneira solta no cotidiano se refere principalmente a críticas destrutivas, a algo intrinsecamente negativo. Uma hipótese para essa visão seja de que um trabalho científico passa por uma série de processos até realmente ser colocado em prática e adquirir uma popularização, dessa maneira, ao criticar um

trabalho e propor mudanças, por mais necessárias que sejam, os cientistas devem fazer isso com muita prudência e respeito às carreiras dos colegas de profissão.

Na última categoria inicial, com duas unidades de significados, alunos afirmaram que a crítica possui uma fundamentação em contraponto à opinião, que pode ser apresentada sem uma necessidade de respaldo ou adesão das pessoas. Esse ponto torna-se interessante, tendo em vista que com essa ideia, podemos diferenciar uma Questão Sociocientífica – QSC, em que há controvérsias, mas essas devem ser bem fundamentadas a fim de propor uma argumentação proveitosa, de uma mera opinião, em que não se discute a problemática e as possíveis formas de resolução (CONRADO e NUNES-NETO, 2018)

Por fim, decidiu-se agrupar as respostas em duas categorias finais, pois foi observado que todas as categorias iniciais traziam uma abordagem quanto à validação dessas propostas, sendo a opinião uma controvérsia não validada, pautada em crenças e valores pessoais, e a crítica como sendo parte da construção científica e do método validado e sistematizado, que se apresentou na Tabela 5.

Tabela 9: Categorização da Questão d – “Na sociedade moderna, você acredita que a comunicação entre cientistas mudou a forma como a ciência é produzida hoje em comparação a um século atrás? Explique com aspectos do texto:”

Categoria inicial	Unidade de significado	Quantidade	Categoria Final
Simplificação das Comunicações	<p>“os trabalhos publicados e as informações da mídia são propagadas de uma maneira muito mais rápida e eficiente.” (A13)</p> <p>“com os celulares a comunicação passou a ser muito mais direta e simples” (A1)</p>	8	Facilitadores do Processo Científico
Busca por Mediação	<p>“não rolaria uma competitividade enorme entre os cientistas” (A8)</p> <p>“há mais reconhecimento entre eles.” (A12)</p>	3	
Atividade Exclusivamente Humana	<p>“alguns aspectos humanos se sobressaem na produção científica” (A5)</p>	1	Comunicação Independente da Tecnologia

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Na última questão dessa primeira parte do Estudo de Caso, tentamos trazer a tecnologia como fator determinante para as mudanças nas comunicações entre cientistas e foi proposto aos alunos que refletissem se isso mudaria a relação entre eles na produção de um trabalho ou não, e se a natureza do comportamento humano é única e independente desses mecanismos.

Com oito unidades de significado, os alunos afirmaram que as comunicações no mundo globalizado que temos hoje, ficaram mais fáceis devido às redes sociais e a velocidade de informação tanto por mensagens, quanto de acesso aos estudos publicados. Hoje a produção científica se mostra menos burocrática na visão deles e como consequência disso, há uma maior busca por mediação e por trocas de informações que sejam favoráveis aos interesses da pesquisa coletiva, tudo isso de maneira simples e sem a necessidade de meses de hiato, no caso das cartas no século XX. Além disso, o reconhecimento aumenta, pois com o fácil acesso aos materiais na internet, os cientistas não precisam mais viajar com tanta frequência para apresentar seus estudos, sendo assim, uma alternativa para pessoas mais introspectivas como era o caso de Lewis, serem reconhecidos mundialmente e de maneira rápida sem se expor tanto.

Esses dois fatores, foram colocados em uma categoria final de facilitadores do processo científico, pois na visão dos participantes, a tecnologia influencia diretamente no tempo de pesquisa e nas relações construídas, evitando intrigas e diminuindo o viés da pesquisa. Apesar desse aspecto, é importante destacar que mesmo na era da tecnologia digital, a ciência possui uma linguagem e mecanismos próprios de validação, que envolvem uma série de etapas e, ainda assim, podem sofrer interferência de fatores sociais e externos a esta.

Na outra categoria final, foi colocado apenas um estudante que afirmou que a comunicação entre as pessoas independe da tecnologia, pois é uma atividade unicamente de comportamento humano, sendo assim dependente de maneira exclusiva das relações das pessoas de comportamento e personalidade. Ou seja, se pegarmos Lewis e Langmuir como exemplo, até mesmo se eles estivessem inseridos no sistema de comunicação atual, a busca por reconhecimento e por autoria de trabalhos ocorreria da mesma maneira, já que esses aspectos humanos se sobressairiam.

Após a discussão desses aspectos, foi desenvolvida a Parte II do Estudo de Caso, sendo a categorização das respostas apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10: Categorização da Parte II do Estudo de Caso – A morte de Lewis

Categoria inicial	Unidade de significado	Quantidade	Categoria Final
Relações com Cientistas	“Walther Nernst mandou Langmuir o matar, devido à todas suas rixas” GRUPO 1 (L2; A1; A8; A11; A12; A13)	3	

	“acreditamos que isso foi à mando do Arrhenius” GRUPO 3 (L3; A2; A3; A9; A10)		
Assassinato	“Gilbert Lewis foi assassinado.” GRUPO 1 (L2; A1; A8; A11; A12; A13) “Langmuir bateu nele e conseqüentemente veio a óbito após bater a cabeça na bancada.” GRUPO 2 (L1; A4; A5; A6; A7)	3	Morte Premeditada
Sabotagem	“Langmuir manipulou o HCN de forma que deixou o ácido mais perigoso de ser trabalhado.” GRUPO 1 (L2; A1; A8; A11; A12; A13) “Ele morreu após algum dos cientistas trocarem os reagentes” GRUPO 3 (L3; A2; A3; A9; A10)	2	
Acidente	“um acidente onde o Lewis bateu a cabeça na estufa fazendo ele ficar desacordado e posteriormente indo à óbito.” GRUPO 2 (L1; A4; A5; A6; A7)	1	Morte Acidental

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

A segunda parte do Estudo de Caso, que foi introduzida como forma de investigar a morte de Gilbert Lewis, possui controvérsias até hoje, e solicitava aos grupos de alunos a proposição de um relatório das possíveis causas da morte, baseado em sua vida, suas motivações e suas relações com os cientistas que cruzou em sua trajetória acadêmica.

Antes de analisar as respostas dos grupos, que foram divididos de maneira aleatória com alunos e licenciandos, precisamos expor aqui o desfecho histórico real da morte de Lewis, para que assim seja possível juntar as informações determinadas pelos grupos com a proximidade da realidade e se a linha de pensamento construída, teve algum sentido.

Quadro 4: Desfecho Histórico Real sobre a Morte de Gilbert Lewis, contida no Estudo de Caso: “O Caso de Gilbert Lewis: Um Cientista Rabugento ou Perseguido?”

“Gilbert Lewis foi encontrado caído ao lado da bancada sem vida e com um corte na testa. Na capela, o Dewar contendo o ácido cianídrico estava vazando gás, o que rapidamente levantou a hipótese de cianose, seja acidental ou suicídio, por

parte dos investigadores (FILGUEIRAS, 2016). Uma autópsia preliminar indicou uma morte causada por infarto agudo no miocárdio, porém a autópsia definitiva nunca foi publicada. Kasha afirma que Lewis era perito em manusear o ácido cianídrico e que mesmo com os riscos associados ao reagente jamais permitiria um acidente daquela magnitude acontecer ao ponto de perder a consciência (PACHECO, 2019). Ao longo de controvérsias até hoje, a morte de Lewis levanta duas hipóteses principais: O infarto aconteceu pelo grande estresse de conviver com Langmuir pela primeira vez pessoalmente ou um erro na autópsia preliminar e a falta da autópsia definitiva poderiam indicar um possível suicídio por cianose, já que Lewis se tornava cada vez mais recluso e menos motivado em suas pesquisas ao longo dos últimos anos (FILGUEIRAS, 2016).”

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Ao propor a investigação, os estudantes fizeram uma longa análise das duas partes do Estudo de Caso, a fim de obter a maior quantidade de informações possíveis e elaborar um relatório final. Cada grupo teve ainda, a oportunidade de ganhar uma pista conforme consta no Estudo de Caso (Apêndice 1), o que colaborou fortemente para a tomada de decisão final, na nossa concepção.

Como primeira e segunda categorias temos algo em comum apresentado pelos três grupos, a hipótese de assassinato com participação de um cientista. Isso nos chamou atenção pela quantidade de unidades de significado e pelo padrão de repetições de uma conduta que não é esperada de cientistas. O único fato que variou foi a responsabilidade do crime, já que enquanto o Grupo 1 atribuiu isso ao Nernst e ao Langmuir, sendo plausível devido ao fato de Langmuir ter estudado em Göttingen com o antigo orientador de Lewis, e a presença do mesmo na Universidade de Berkeley ter contribuído para a concretização do crime, por sua vez, o Grupo 2 atribuiu uma participação direta de Langmuir como o próprio assassino de Lewis, o golpeando e fazendo o cientista cair e bater a cabeça na bancada.

Essa resposta do Grupo 2 teve forte influência da pista, pois essa informação que eles receberam afirmava que Lewis foi encontrado morto ao lado de sua bancada e com um corte na testa (COFFEY, 2008). Por fim, o Grupo 3 disse que o assassinato foi a mando de Arrhenius, por afirmar que o cientista sueco se sentiu diminuído após as duras críticas em sua Teoria ácido-base feitas pelo americano. Um aspecto aqui interessante de se trazer que foi observado em todos os grupos, foi a presença de julgamentos e atribuição de culpa por motivo de imagens dos cientistas. Ao longo das investigações, eles receberam imagens dos cientistas e barbantes para que pudessem usar e traçar os caminhos da investigação. Porém, todos os grupos utilizaram das aparências como um pré-julgamento, afirmando o Arrhenius e o Nernst como cientistas com estereótipo de mau e o Kasha por exemplo, como alguém “bonzinho”. O uso dessas imagens,

inclusive, nos dá um forte indício do porquê não houve hipóteses de suicídio, mesmo sendo uma teoria reforçada por pessoas próximas à Lewis e também o Estudo de Caso apresentando sua desmotivação para pesquisar desencadeada pela falta de reconhecimento. É provável que os estudantes tenham se atentado mais ao conteúdo das imagens do que do texto.

As duas últimas categorias iniciais, refletem quanto à causa da morte, chamando atenção para a sabotagem como principal levantamento, com duas unidades de significado. Acredito que isso tenha ocorrido porque os estudantes ficaram sabendo ou por meio de uma pista, ou por informações dos licenciandos que participavam, que o HCN é um ácido volátil e que poderia causar morte rapidamente por meio da liberação de gás cianeto. Porém, sabe-se que Lewis era um cientista experiente na época de sua morte, já tendo trabalhado vários anos em laboratórios de pesquisa e que seria muito improvável um acidente com cianeto acontecer nessa magnitude por uma pessoa com esse nível de conhecimento e manuseamento de substâncias, como foi dito pelo Michael Kasha. A partir desse momento a análise pode ter seguido para o caminho da sabotagem, em que a única maneira de Lewis ter sofrido alguma consequência em relação ao experimento, seria ser pego de surpresa por algum reagente de alta periculosidade e em proporções em que ele próprio desconhecia naquele momento. Por outro lado, o contexto vivido pelo cientista nesse dia que causaram estresse e nervosismo podem ter comprometido sua atividade no laboratório.

Por fim, a última categoria trouxe um suposto acidente, também pelo Grupo 2, que insistiu no corte da cabeça como um fator chave na investigação e afirmaram que Lewis teria sofrido um acidente e batido a cabeça na estufa. Mesmo não tendo sido citado o uso da estufa em sua pesquisa, há uma certa credibilidade nessa hipótese, pois há de se lembrar que Lewis saiu do almoço com o Langmuir extremamente furioso e sua falta de atenção devido ao estresse em que estava submetido pode ter ocasionado um acidente durante o uso do laboratório. Decidimos categorizar de maneira final em duas principais, pois houve uma afirmação da maioria, de uma morte premeditada e causada por relações na sua vida, apenas destoando no acidente enquanto hipótese. Acreditamos que os relatórios foram muito bons, no sentido de que os alunos demonstraram compreender a vida acadêmica e as relações interpessoais de Lewis e como estas podem ter influenciado em sua morte, mas, ao mesmo tempo, é surpreendente que nenhum grupo tenha abordado o suicídio como possibilidade, tendo em vista que foi discutido no episódio sobre a saúde emocional de Lewis e sua influência em suas pesquisas, bem como a falta do reconhecimento, neste caso a premiação do Nobel, podem ter influenciado no declínio de sua motivação com a carreira acadêmica.

4.4. Análise dos Questionários Finais

Nesse último subtítulo da análise dos dados, vamos apresentar as categorizações das respostas dos questionários finais, assim como trazer as últimas observações de mudança de perspectiva dos estudantes ou do mantimento dessas visões, que de ambas as formas explicita a necessidade de trabalhar a construção da ciência de maneira mais habitual no Ensino Básico de Química. Abordaremos também as observações sobre a visão mais humanizada dos cientistas em um ensino que acaba a cada dia por afastar os estudantes da produção científica real. Na Tabela 11, constam as respostas para a Questão 1.

Tabela 11: Categorização da Questão 1 – “Na primeira atividade, você desenhou um cientista. Se hoje você tivesse que repeti-la, seu desenho seria semelhante ao primeiro? Em caso negativo, o que mudaria?”

Categoria inicial	Unidade de significado	Quantidade	Categoria Final
Reforço dos Estereótipos	“porque de qualquer forma ainda é um cientista que faz experimentos.” (A2) “Pois na minha visão, desconstruir um estereótipo de uma vida inteira, com um só caso, é muito difícil.” (L2)	6	Visão Descontextualizada da Ciência
Influência da Mídia	“a representação midiática possui grande impacto em nossas percepções” (L1) “acho que o contato que tenho com filmes e séries me faz enxergar o cientista dessa maneira.” (A13)	2	Ausência de Abordagens sobre a Construção da Ciência
Influência do Ensino	“porque não mudou minha opinião sobre os cientistas pois não tive muito contato com laboratórios.” (A7)	1	
Humanização de Cientistas	“pois a ideia que eu tinha mudou entendendo que cientistas também são pessoas.” (A3) “pois cientistas não são resumidos em um laboratório fazendo experimento.” (A10)	6	Visão Contextualizada da Ciência

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Nessa primeira questão, foi proposta uma reflexão sobre a primeira parte de toda a dinâmica, o desenho do DAST. Após toda a aplicação, os estudantes decidiram se a apresentação do Estudo de Caso foi responsável ou não por mudar a representação de um cientista estereotipada e com as diversas visões deformadas de ciência (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

Um resultado bem positivo foi observar que a mesma quantidade de unidades de significado abordou que mudaria ou que também não mudaria os desenhos, sendo seis para cada uma dessas respostas. Desse modo, os que mantiveram a ideia de o desenho ter uma representação fiel da realidade científica, afirmaram isso baseado em uma crítica à falta de contato com cientistas e que essa representação se faz mais fácil e acessível, quando observada de maneira estereotipada pela influência da mídia ou até mesmo do próprio ensino de ciências. Essa análise nos levou a criação de duas categorias finais que se afunilaram em uma responsabilidade do processo de ensino e de aprendizagem nessas concepções. A primeira categoria e que foi mencionada desde o início da análise foi a de presença de uma visão descontextualizada de ensino que mesmo após a aplicação se mostrou bastante considerável entre os participantes, que chegaram a até mesmo mencionar que um estudo de caso pontual não é suficiente para desconstruir toda essa ideia de ciência pronta, o que de fato procede. A outra ideia desenvolve a falta de abordagens de construção da ciência, o que leva esses mesmos estudantes a recorrer às representações midiáticas ou ao distanciamento das mentes daqueles cientistas.

Como contraponto, outras seis unidades de significado optaram pela mudança no desenho, com os motivos de passar a entender que cientistas também elaboram atividades cotidianas e possuem dificuldades que foram acessadas em algum momento da aplicação pelos próprios alunos, gerando empatia e uma humanização. Ou também, de que a atividade científica é construída por muitas nuances e não podem ser resumidas apenas pela atividade experimental. Tais abordagens trazem agora uma visão mais contextualizada de ciência, passando a entender a alta complexidade do fazer científico, rompendo com ideias simplistas.

Esse resultado evidencia o potencial de abordagens explícita-reflexivas sobre a NdC a partir de episódios históricos para promover a reflexão sobre a ciência e como se dá a construção do conhecimento científico. Embora metade dos estudantes tenha mencionado que não mudariam o desenho, devido à resistência do imaginário criado pelos estudantes ao longo de suas vidas, percebe-se que, mesmo por meio de um Estudo de Caso pontual, foi possível promover reflexões em metade dos estudantes participantes da pesquisa, que os levaram a uma noção mais contextualizada da ciência. Na Tabela 12 são apresentadas as respostas para a questão 2.

Tabela 12: Categorização da Questão 2 – “O que você aprendeu sobre a ciência e como o conhecimento científico é construído a partir do caso sobre a vida de Lewis?”

Categoria inicial	Unidade de significado	Quantidade	Categoria Final
Cientistas também têm Problemas Pessoais	“Ser uma pessoa difícil de lidar é um obstáculo” (A7) “as pessoas estão suscetíveis a problemas pessoais.” (A2)	10	Aspectos da Construção da Ciência
Importância de Lewis para a Química	“Lewis foi importante para a Química” (A1) “tendo contribuído para o avanço da ciência” (A2)	5	
Reconhecimento como forma de Motivação no Trabalho Científico	“suas pesquisas não tiveram o reconhecimento que ele queria na época” (A5) “Pode causar muita intriga quando não se aceita a teoria do outro” (A6)	4	
A Ciência é construída e dependente das Questões Históricas e Socioculturais	“O conhecimento é construído de várias formas” (A3) “Entendi que a ciência tem uma construção e não só o que vemos pronto.” (A9)	8	

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Nesse questionamento sobre a importância da nossa aplicação na aprendizagem dos estudantes, a primeira categoria inicial, a qual apresentou uma ideia sobre os problemas pessoais dos cientistas, se mostrou surpreendente, com dez unidades de significado. Essa análise demonstra que esses alunos realmente possuíam a concepção de um cientista que se dedica exclusivamente à ciência, sem atribuir outras atividades cotidianas ou até mesmo suas relações dentro e fora do ambiente de trabalho como influenciadoras desse processo de fazer ciência. Um dos motivos para esse ser o principal fator de aprendizado, pode ser descrito pela quantidade de informações no Estudo de Caso que levaram os alunos a pensarem diretamente na vida do pesquisador e não como, por exemplo, isso viria a afetar a construção dos conhecimentos demonstrados na aplicação.

Como segunda categoria, apresentamos o valor do trabalho de Lewis como o ponto a se destacar. Para os participantes, mesmo a Academia resistindo a atribuir prestígio a ele por conta

de suas obras, o importante era que hoje Lewis é visto como um dos químicos de muita importância e é inegável que sua motivação com o estudo das interações dos átomos foi fundamental para a identificação de propriedades da matéria que observamos hoje. Essa análise foi bem interessante, pois reafirma, por parte desses alunos, o sentimento de empatia e de necessidade de reconhecer a importância dos outros pelo que se propõem a produzir, algo que reflete na função social da escola, categoria presente na Tabela 6.

Um outro fator de aprendizagem foi a do reconhecimento como gerador de motivação para o fazer científico, já que na concepção dos estudantes, Lewis teria se comportado diferente na produção de suas teorias e sua morte “precoce” sem a presença de causas naturais pôs fim a uma carreira que poderia render mais frutos à ciência, além de que se recebesse o reconhecimento devido, sua motivação aumentaria, podendo refletir em uma produtividade maior e, por fim, mais contribuições no cenário científico.

Outra categoria inicial, possuindo oito unidades de significado, foi a de que a ciência não é construída de uma maneira linear, ou seja, o conhecimento não evolui como é apresentado no ensino: de forma pronta e sem atribuir valor aos processos, ou seja, a noção de que pesquisa não possui começo, meio e fim, mas apresenta apenas os produtos do conhecimento. Esse é um resultado satisfatório para este trabalho, uma vez que a construção da ciência levado ao Ensino Básico, foi um dos nossos objetivos para estabelecer um paralelo com a compreensão da NdC, sendo a concepção não linear da construção do conhecimento científico, um aspecto consensual.

De modo geral, observa-se que todos os aspectos levantados pelos estudantes nas categorias iniciais remetem à compreensão acerca da construção do conhecimento científico, nos levando a essa categoria final. Esse resultado corrobora com a importância da inserção de aspectos da NdC em sala de aula e suas contribuições para a visão de ciência apresentada pelos estudantes, quando são capazes de mencionar os aspectos consensuais abordados por Lederman (1992), tais como os fatores culturais e sociais na construção do conhecimento científico, bem como a influência das crenças e atitudes dos cientistas no fazer científico. Por fim, na Tabela 13, são apresentadas as categorias da questão 3.

Tabela 13: Categorização da Questão 3 – “Para você, por que a maioria dos cientistas são endeusados ou tratados como seres sobre-humanos?”

Categoria inicial	Unidade de significado	Quantidade	Categoria Final
Atividade Científica exige um Nível de Intelectualidade	“são mais inteligentes do que a maioria das pessoas” (A3) “eles possuem conhecimento demais” A8	10	

Cientistas possuem mais Esclarecimento dos Fenômenos	“Porque eles têm um conhecimento mais esclarecido” (A10) “Por conta de seu esclarecimento de vida” (A4)	3	Falta de Contato com a Realidade da Produção Científica
Concepção Estereotipada	“representações do que são os cientistas seguem sempre um padrão que estabelece um estereótipo.” (L1)	1	
Pessoas que promovem a Transformação Social	“suas pesquisas são capazes de mudar uma sociedade por completo.” (L3) “acham e descobrem coisas essenciais para a vida humana.” (A12)	4	Responsabilidade Social da Ciência
Exigência da Sociedade em Relação às Conquistas	“quem tem diploma em área científica é definido por isso” (A2)	2	
Cientistas são Pessoas Comuns	“sempre vi cientistas como pessoas comuns” (A11)	1	Visão Humanizada

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Na última análise desse capítulo, deixamos para os estudantes apresentarem causas para toda a visão de cientista que é reproduzida de maneira estereotipada e que muitas vezes perpassa o ensino e se demonstra dessa maneira também aos olhos da sociedade. Com isso, são mostrados fatores que corroboram com essa visão de maneira mais pontual, ou seja, uma visão representativa da sociedade brasileira e que pode estar relacionada de forma exclusiva com a estrutura social do país, além de outras visões mais gerais, que implicam em uma metodologia em comum, no momento de ensinar os conteúdos de ciências da natureza.

Como primeira categoria, aparece a noção de que a atividade científica demanda um alto nível de intelecto e que grande parte das pessoas que não estão inseridas no contexto científico, não possuem a capacidade de abstração dos conteúdos ou de elaborar pesquisas tão detalhadas. Mas não é apenas isso, se fosse a técnica da profissão e a falta de inserção majoritária da população nesse contexto, qualquer atividade que exigisse formação técnica seria vista como de alta demanda intelectual e não é isso que enxergamos, pelo menos no Brasil. Há de se lembrar que a carreira científica é exceção até mesmo nos contextos de Ensino Superior em que a grande maioria dos discentes escolhe se formar e exercer a profissão fora do meio acadêmico, estabelecendo já uma visão de uma atividade para poucos.

Aliada a essa categoria, aparece o esclarecimento de fenômenos como destaque, uma vez que, para a sociedade, explicar acontecimentos do ponto de vista científico é algo voltado a essa carreira em que cientistas estão o tempo todo estudando e utilizam-se de pesquisas e da experimentação para entender um acontecimento, sendo assim, por mais que as pessoas sem formação científica enxerguem e observem os mais diversos fenômenos no cotidiano, elas possuem dificuldade de explicar o porquê da ocorrência, algo que é atribuído de maneira mais facilitada aos pesquisadores, daí o prestígio associado. Essa resposta converge muito para os estereótipos, como imagem reforçadora dessa perspectiva, abordagem trazida apenas por uma licencianda, mas que foi muito citada neste capítulo, como, por exemplo, na Tabela 1, em que há uma influência da mídia nessa visão deformada de que o conhecimento científico não é acessível e pode ser compreendido apenas por quem dedica a vida nessa atividade.

Partindo para uma outra perspectiva, dessa vez de que a ciência possui uma responsabilidade social, surge a noção de cientistas atrelado ao papel de estudos nas transformações da sociedade, o que permite relacionar o reconhecimento ao caráter de melhorias, principalmente na qualidade de vida da população, tornando assim o impacto da pesquisa fundamental para o brilhantismo das mentes dessas pessoas. Embora seja irreconhecível a função social da ciência, essa categoria evidencia a perspectiva salvacionista da ciência e o fato de que o conhecimento científico trará apenas benefícios, o que não condiz com a realidade do fazer científico (AULER e DELIZOICOV, 2001).

Além disso, depreende-se desta análise o fato de que se credita e atribui o valor da obra de maneira individual, pois a divulgação de um estudo pelos veículos de informação tende a mostrar o nome apenas de quem propôs a pesquisa, o líder, mesmo por trás estando todo um corpo de pesquisadores envolvidos no estudo, fator que só afasta as grandes massas da noção construtiva da ciência.

Ainda nessa categoria, essa responsabilidade social foi afirmada pela dificuldade de se fazer um curso superior de área científica, sobretudo no Brasil. Mesmo a carreira científica não dando retorno financeiro e não tendo o incentivo necessário, até mesmo estrutural, a atitude de se manter em um curso superior, principalmente nas áreas de Física e Química, pareça louvável para o meio social, ainda mais quando decide-se ingressar na Pós-Graduação e continuar a pesquisar, já que em países subdesenvolvidos, a fonte de renda é muito priorizada em relação à ocupação e as dificuldades de trabalho.

Por fim, apenas uma unidade de significado afirmou não enxergar um cientista de maneira inalcançável, trazendo uma visão humanizada da ciência nesse questionamento. Apesar disso, a resposta foi bem simples, não tendo abordado do porquê possuir essa visão, mesmo ela sendo rara em relação às demais respostas. O que pode justificar isso, é o contato com uma

ciência mais contextualizada, seja por um professor, ou até mesmo conteúdos fora da sala de aula que buscam trabalhar a vida de cientistas ou aprofundar toda a descoberta de uma teoria, o que engrandece o trabalho coletivo e normaliza a trajetória de quem trouxe importância à ciência, mas não deixou de ter preocupações de cunho pessoal. Nesse sentido, defendemos a importância de ações de divulgação científica no contexto escolar e midiático, de modo a aproximar os estudantes da realidade de construção da ciência e dos cientistas (GOMES, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desse trabalho, apresentamos diversas concepções da NdC que podem ser incluídas no Ensino de Química, além de apresentar possíveis visões deformadas que os estudantes do 2º ano do Ensino Médio demonstraram em relação ao trabalho científico e as representações de cientistas. Diante disso, avaliamos as potencialidades de um Estudo de Caso sobre a vida de Gilbert Lewis com objetivo de possibilitar a compreensão dos aspectos da construção das Teorias dos Pares Compartilhados e da Regra do Octeto.

Apresentar a trajetória de Lewis, serviu ainda, para humanizar a carreira de um cientista que é visto no ensino com muita ênfase nas teorias ácido-base e na natureza das ligações, mas que ao mesmo tempo, atribuem um valor sobre-humano de reconhecimento, algo que acontece atualmente e de maneira equivocada, mas que enquanto em vida, não adquiriu essa oportunidade e sofreu com a falta de motivação do meio acadêmico, justificado por suas relações com outros pesquisadores. Mostrar para os estudantes também que as relações entre as pessoas modificam até mesmo a vida de cientistas de grande prestígio, trouxe uma necessidade de valoração da função social das escolas, local fundamental para o crescimento e desenvolvimento das relações entre as pessoas, desde a infância até a vida adulta, com a habilidade de comunicação e de trabalho coletivo, o qual Lewis não estava inserido na sua infância.

Estabelecer uma noção comum de que essas dificuldades de se relacionar podem ocorrer por uma pessoa muito instruída intelectualmente, possibilitou despertar um sentimento de proximidade, muito aflorado em adolescentes que sofrem com a dificuldade de comunicação e de personalidade mais introspectiva e se sentem desmotivados em aulas em que o professor exija participação oral e não se preocupa em investigar outras habilidades daquele estudante que se demonstra visivelmente incomodado.

Outro ponto a se destacar apresentado no trabalho, foi de que por meio dos desenhos do DAST, os estudantes demonstraram uma visão elitista da ciência, de que a imagem desses pesquisadores, são representadas majoritariamente por homens, de forma isolada e de segmento socioeconômico mais favorecido, o que nos leva a refletir a necessária divulgação e popularização da ciência de dentro do meio acadêmico para fora, de maneira representativa.

A partir do desenvolvimento desse estudo, foi possível provocar nos estudantes participantes dessa pesquisa a reflexão sobre a visão do cientista em um contexto acadêmico e social, ao apresentar o episódio da vida de Lewis. Embora os estudantes tenham demonstrado compreender sobre as relações acadêmicas e pessoais desse caso, ao questionar se os mesmos haviam modificado sua visão acerca de um cientista, parte dos alunos afirmaram que não mudaram suas visões a partir de um único exemplo, sendo que tiveram inúmeros contatos anteriores com situações ou mesmo na mídia, em que predomina uma visão estereotipada do cientista.

Outra contribuição que trouxemos foi a de explorar outras formas de conhecimento, como os experienciais, atribuindo um contraponto à ideia de que apenas o conhecimento sistematizado é válido e será construído seguindo uma receita de bolo. Essa reflexão se mostrou importante ao longo da aplicação, para que os estudantes refletissem que apesar da ciência e o ensino de ciências atribuírem um papel fundamental no esclarecimento de questões cotidianas, a metodologia científica não é única e exclusiva para a validação de um conhecimento, ainda mais no contexto socioeconômico da escola que apesar de estar situada em uma região nobre do Distrito Federal, ao realizar o levantamento do contexto dos estudantes no Projeto Político Pedagógico, vimos que muitos moram no entorno, em regiões mais carentes e estudam no Plano Piloto pois fica próximo do local de trabalho, que às vezes, representa a única fonte de renda da família.

Isso nos leva a refletir que é preciso problematizar a natureza do conhecimento, seja ele científico ou socialmente construído. Embora a ciência tenha critérios e métodos, essa não é a única forma pela qual se pode construir conhecimentos necessários para a compreensão da realidade. No contexto desse estudo e no ambiente escolar, a proposição desse Estudo de Caso se mostrou um caminho favorável para a compreensão sobre a ciência e como o conhecimento científico influencia, bem como, é influenciado pelo contexto sociocultural.

Como principais contribuições desse estudo, em primeiro lugar, destacamos o produto educacional gerado, o Estudo de Caso “Gilbert Lewis: Um Cientista Rabugento ou Perseguido?”, disponível nesse Trabalho de Conclusão de Curso, como uma estratégia para inserção da HFC no ensino de química em sala de aula. Apesar do Estudo Piloto e da aplicação nessa pesquisa, vislumbramos o aperfeiçoamento futuro deste produto para a sala de aula.

Além disso, os resultados da aplicação desse Estudo de Caso, nos levam a inferir sobre a importância de discussões de cunho histórico e filosófico no ensino de química, tendo em vista que, após o estudo deste episódio histórico, todas as aprendizagens elencadas pelos estudantes remetem aos aspectos consensuais da NdC discutidos por Lederman (1992).

Por outro lado, é preciso abordar que este trabalho, de maneira geral, não é suficiente para mensurar as dificuldades de incluir visões mais contextualizadas dos conteúdos de ciências nas salas de aula do Ensino Médio brasileiro, assim como, se essas visões deformadas e estereotipadas seguem um padrão nas mais diferentes realidades, uma vez que a aplicação englobou somente turmas de 2º ano, e de apenas uma escola, se tornando assim uma análise pontual. Além disso, foi possível observar algumas limitações de se trabalhar o Estudo de Caso no Ensino Básico, a partir do momento em que se inclui os estudantes em uma realidade e linguagem acadêmica, nunca vista ou presenciada por eles, como por exemplo a relação “orientador” e “orientando” retratado pelo Prof. Dr. Ricardo Gauche da Divisão de Ensino da Universidade de Brasília. Outro fator, é a possibilidade da primeira parte do caso focar muito nas relações de Lewis com vários cientistas de renome, o que pode ter direcionado os estudantes para uma investigação mais voltada para essas inimizades, a qual desencadeou em um resultado de relatórios finais com ênfase em assassinatos, não havendo, uma única hipótese de suicídio relacionado à desmotivação e falta de reconhecimento, algo mais plausível pelo desfecho histórico real e por pessoas mais próximas, lembrando que a morte é inconclusiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **O que é História da Ciência?** São Paulo: Brasiliense, 1994.

ALONSO, M.; GIL, D.; TORREGROSA, M. J. CONCEPCIONES ESPONTANEAS DE LOS PROFESORES DE CIENCIAS SOBRE LA EVALUACION: OBTACULOS A SUPERAR Y PROPUESTAS DE REPLANTEAMIENTO. **REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FISICA**. Córdoba, Argentina. v. 5, n. 2 p. 18-37. 1992.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA PARA QUÊ? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte. v. 3, p. 122–134, 2001.

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

CALIXTO, V. S.; GALIAZZI, M. C.; KIOURANIS, N. M. A ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA COMO UM EXERCÍCIO DE AMPLIAÇÃO DE HORIZONTES COMPREENSIVOS ACERCA DA PESQUISA QUALITATIVA. **Vitruvian Cogitationes**, Maringá, v. 2, n. 1, p. 45-64, 2021

CAVALLI, M. B.; MEGLHIORATTI, F. A. A participação da mulher na ciência: um estudo da visão de estudantes por meio do teste DAST. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 3, n. 3, p. 86, 12 nov. 2018.

CHAMBERS, D. W. Imagens estereotipadas do cientista: o teste DAST. **Science Education**. v. 67. n. 2. p. 255-265. 1983

CHASSOT, A. I. **A ciência é masculina? É sim senhora!** 8. ed. São Leopoldo: UNISINOS, 2017.

COFFEY, P. **Cathedrals of science: The Personalities and Rivalries that made Modern Chemistry**. London; New York: Oxford University Press, 2008.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Editora Da Universidade Federal Da Bahia, 2018.

CORTEZ, J. M.; KIOURANIS, N. M. M. Natureza da Ciência por meio da História e Filosofia da Ciência na Formação Inicial De Professores de Química: Planejamento e Validação de uma Sequência Didática sobre o Modelo Atômico de Rutherford. **Revista Contexto & Educação**, v. 37, n. 118, p. 1 - 20, 18 jul. 2022.

FERREIRA, L.M. **Atomismo: um resgate histórico para o ensino de química**. 2013. 170f. Dissertação - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2013.

FILGUEIRAS, C. A. L. Gilbert Lewis e o centenário da Teoria da Ligação por Par de Elétrons. **Química Nova**, 29 set. 2016.

FORATO, T. C. DE M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. D. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, jul. 2011.

GOLDSCHMIDT, A. I. et al. Entre riscos e rabiscos: concepções sobre a imagem docente. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 6, n. 1. jun 2016

GOMES, V. B. **OS TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E SUAS RELAÇÕES COM A PRÁTICA DOCENTE NO ENSINO SUPERIOR**. 2019. 262f. Tese – Universidade de Brasília. Brasília. 2019

GUGLIOTTI, M. Irving langmuir: o milagre da ciência. **Química Nova**, v. 24, n. 4, p. 568–572, ago. 2001.

IRZIK, G.; NOLA, R. A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. **Science & Education**. v.7-8. p. 591-607. 2011

JENSEN, W. Gilbert N. Lewis. **Enciclopédia Britannica**. 2000.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 1991.

LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, p. 331–359, abr. 1992.

LEDERMAN, N. G. et al. Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 6, p. 497–521, 1 jul. 2002.

LEWIS, G. N. **Valence and the Structure of Atoms and Molecules**. 1923.

LIMA, C. **ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DE UM ESTUDO DE CASO ABORDANDO CONTROVÉRSIAS HISTÓRICAS PARA AS DISCUSSÕES SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA**. 2019. 32f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Serra Talhada. 2019

MARTINS, A. HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO: HÁ MUITAS PEDRAS NESSE CAMINHO. **Cad. Bras. Ens. Fis.**, Natal, abril 2007. 112-131.

MATTHEWS, M. R. Changing the Focus: From Nature of Science to Features of Science. **Advances in Nature of Science Research**. p. 3-26. 2012

MINAYO, M. C. S.; DESLANDES, S. F.; GOMES, R. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis. Vozes. 2016.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. DO C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 12, n. 1, p. 117–128, 2016.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, p. 32–46, junho de 2014.

OKI, M. DA C. M.; MORADILLO, E. F. DE. O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 14, n. 1, p. 67–88, 2008.

PACHECO, L. **GILBERT LEWIS E A DELICADA TESSITURA DA TEORIA DO PAR COMPARTILHADO**. 2019. 128f. Dissertação - Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2019.

PEREIRA, R. I.; HEINZLE, M. R. S. Abordagens teórico-metodológicas de pesquisa em política educacional: do planejamento ao metatexto. **Reflexão e Ação**, v. 25, n. 3, p. 168, 9 set. 2017.

PÉREZ, D. G. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 2, p. 125–153, 2001.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix, 2001

PORTO, P. **Explorando interfaces entre a História da Ciência: Investigação de Livros Didáticos e Desenvolvimento de Estudos de Caso em História da Química**. 248f. Tese – Universidade de São Paulo. São Paulo. 2013.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PUGLIESE, G. Um sobrevôo no “Caso Marie Curie”: um experimento de antropologia, gênero e ciência. **Revista de Antropologia**, v. 50, p. 347–385, 1 jun. 2007.

QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. **ESTUDOS DE CASO NO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS**. São Carlos. **Centro de Divulgação Científica e Cultural, USP**. Art Point Gráfica e Editora, 2016.

RAMOS, T. A.; SCARINCI, A. L. Análise de concepções de tempo e Espaço entre Estudantes do Ensino Médio, segundo a epistemologia de Gaston Bachelard. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 2013. 9-25.

RODA, R.; MARTINS, R. DE A. Uma disputa sobre o sentido da natureza da ciência: uma análise da crítica de Michael Matthews à visão consensual de Norman Lederman. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 27, 2021.

RÔÇAS, G.; BOMFIM, A. M. DO. Do embate à construção do conhecimento: a importância do debate científico. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 1, p. 3–7, jan. 2018.

SANTOS, W. L. P. DOS; PORTO, P. A. A pesquisa em Ensino de Química como área estratégica para o desenvolvimento da Química. **Química Nova**, v. 36, n. 10, p. 1570–1576, 2013.

SILVA, J. T. **ANALOGIAS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO E A CORRESPONDÊNCIA EM QUAL MODELO ATÔMICO OS ESTUDANTES CONCEBEM**. 2015. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Pernambuco. Caruaru. 2015

SILVA, R.; MACHADO, P.; TUNES, E. Experimentar Sem Medo de Errar. **Ensino de Química em Foco**: Unijuí, 2019. p. 195-216.

SILVEIRA, F. L.; OSTERMANN, F. A INSUSTENTABILIDADE DA PROPOSTA INDUTIVISTA DE "DESCOBRIR A LEI A PARTIR DE RESULTADOS EXPERIMENTAIS". **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.19, n. ESPECIAL: p. 7–27. jun. 2002.

SIQUEIRA, D. C. O. **A Ciência na Televisão: mito, ritual e espetáculo**. São Paulo: Anablume, 1999.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo, Martins Fontes, 1991.

APÊNDICES

Apêndice 1: Estudo de Caso: “O CASO DE GILBERT LEWIS: UM CIENTISTA RABUGENTO OU PERSEGUIDO?”

Parte I:

Gilbert N. Lewis nasceu em Weymouth, Massachusetts, EUA no ano de 1875. Filho de um pai corretor e advogado, aos 3 anos de idade aprendeu a ler. Ao longo de sua infância, passou a se interessar por línguas e evidentemente por ciência, sendo criado no sistema que hoje conhecemos por *homeschooling*, muito comum nos EUA, em que os pais educam seus filhos em casa.

Já em 1896, em Harvard, obteve seu diploma de graduação e em 1899 era Ph.D. sob a orientação de Theodore Richards. Lewis teve muitos embates com seu orientador, seu jeito reservado, chegando a isolar-se socialmente, e pouco comunicativo não agradava e além da discordância de ideias, sua frontalidade agressiva em relação a reputados cientistas o fez criar inúmeras inimizades no meio acadêmico. Dedicado aos estudos da físico-química, Lewis ganhou uma bolsa de estudos na Alemanha, a qual se mostrava o polo das pesquisas em eletroquímica na época, onde passou um semestre em Leipzig e outro em Göttingen com Wilhelm Ostwald e Walter Nernst, respectivamente. Enquanto em Leipzig sua estada se mostrou produtiva, em Göttingen suas investidas o fizeram se sentir desmotivado e desacreditado de seu trabalho, em decorrência da diferença de personalidade entre Ostwald e Nernst. Enquanto o primeiro era motivador e o apoiava em suas pesquisas, o segundo era extremamente rude e autoritário na forma de trabalhar. Há evidências de que um amigo sueco de Nernst chamado Wilhelm Palmaer, membro do comitê do Nobel foi responsável por barrar o químico americano de ser laureado pela Academia, já que Lewis foi indicado 41 vezes ao Prêmio e nunca obteve êxito.

Gilbert Lewis foi importante para o desenvolvimento do conhecimento químico, tendo em vista que propôs a Teoria dos Pares Compartilhados, pioneira na explicação da natureza das ligações químicas, além de desenvolver o conceito de atividade, relação de uma concentração a partir das interações entre moléculas e seus desvios da idealidade, ou seja, para a concentração efetiva passou-se a considerar outros íons na solução. Ainda, foi um dos contribuintes para a descoberta do deutério, um dos isótopos do hidrogênio e mais para o final de sua vida contribuiu com pesquisas no âmbito da fosforescência, pela desativação radiativa do estado tripleto. Foi também o elaborador da teoria ácido-base mais abrangente em comparação com as teorias

anteriores, explicada pela transferência de pares de elétrons. Ao longo da formulação de suas teorias não deixou de acumular mais inimizades no meio acadêmico. Crítico constante de Svante Arrhenius, químico sueco que deu significação aos conceitos de ionização e dissociação, Lewis elaborou sua própria teoria a fim de provar “os furos” existentes na teoria ácido-base de Arrhenius. Na Teoria dos Pares Compartilhados não foi diferente. Enquanto ainda a elaborava, antes da publicação que ocorreu em 1923, Lewis passou a trocar cartas com outro químico que viria a se tornar uma influência de sua desmotivação na ciência: Irving Langmuir.

Funcionário da General Electric, Langmuir recebeu o Prêmio Nobel de 1932 por seus estudos em química de superfície, havendo indícios de que houve um acesso aos estudos de Lewis feitos anteriormente em Göttingen com Nernst. Antes da publicação de Lewis em 1923, Langmuir passou a trocar cartas com ele a fim de discutir a teoria e se apoiou muito nas ideias para determinar o que hoje conhecemos como Regra do Octeto, chamada por Lewis de Regra dos Oito, ainda sem abranger os gases nobres. Vale ressaltar que Lewis era uma pessoa mais reservada, de poucos amigos e dificilmente viajava para dar palestras ou apresentar seus trabalhos acadêmicos, preferindo comunicar-se por escrito. Langmuir era o contrário dessa personalidade, químico brincalhão e extrovertido, viajava o mundo expondo suas teorias e ganhava cada vez mais reconhecimento por isso. Diante do contexto apresentado, reflita e responda:

- a) **Lewis não teve uma escola presente em sua infância, você acredita que isso teve alguma influência em seu desenvolvimento nas relações com as pessoas? Explique.**
- b) **É inegável que Lewis foi um importante cientista no estabelecimento de teorias na Química. Mesmo tendo sido indicado 41 vezes ao Prêmio Nobel, nunca obteve êxito. Para você, quais os possíveis motivos dele não ter sido laureado?**
- c) **O texto mostra que Lewis desenvolveu sua própria teoria ácido-base após críticas à teoria de Arrhenius. Na sua visão, há diferença entre uma crítica e uma opinião? Explique seu ponto de vista.**
- d) **Na sociedade moderna, você acredita que a comunicação entre cientistas mudou a forma de como a ciência é produzida hoje em comparação a um século atrás? Explique com aspectos do texto.**

Parte II:

No dia 23 de março de 1946, Gilbert Lewis almoçou com Irving Langmuir na Universidade de Berkeley, local onde se estabeleceu como professor. Há indícios de que Langmuir estava lá para receber o título honorário da universidade e decidiu visitá-lo a fim de estabelecer uma conversa pessoalmente. Testemunhas afirmam que após o almoço e uma longa discussão, Lewis se dirigiu ao seu laboratório extremamente furioso. Horas depois, seu doutorando Michael Kasha, o qual fazia pesquisas sobre fluorescência e fosforescência, dirigiu-se ao laboratório onde seu orientador estava manipulando ácido cianídrico (HCN) na capela. Quando Kasha abriu a porta do laboratório, se deparou com uma cena terrível: Gilbert Lewis estava caído ao lado de sua bancada sem vida⁴.

Por Lewis se tratar de um dos maiores cientistas da época, a investigação do caso foi encaminhada para a polícia do condado de Alameda, na Califórnia, EUA. Sabendo que você e sua equipe são os responsáveis pelo caso, vocês deverão investigar as informações das duas partes do relatório acima e trazer um desfecho para esse caso. ATENÇÃO! Novas pistas irão surgindo...

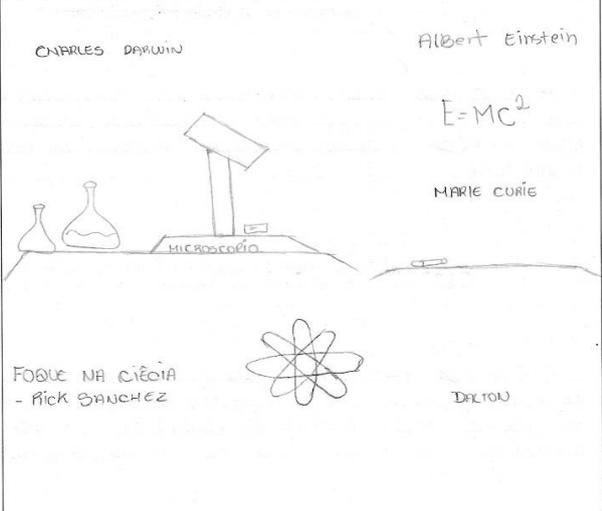
Pista 1: O HCN (ácido cianídrico) é um ácido forte, muito volátil e tóxico, se inalado em grandes quantidades, pode ser letal em minutos.

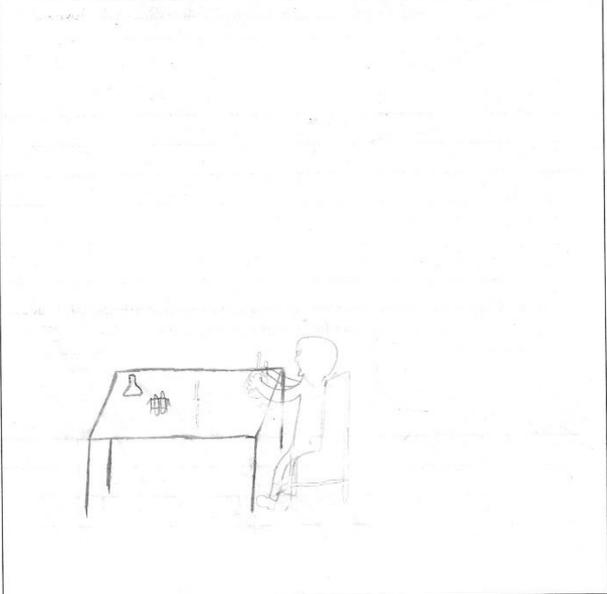
Pista 2: Michael Kasha, o último orientando de Lewis, afirma que seu orientador era perito em mexer com o ácido em questão e que seria muito improvável a sua morte por cianose, já que um acidente dessa magnitude seria difícil de acontecer por parte de um químico tão experiente quanto Lewis.

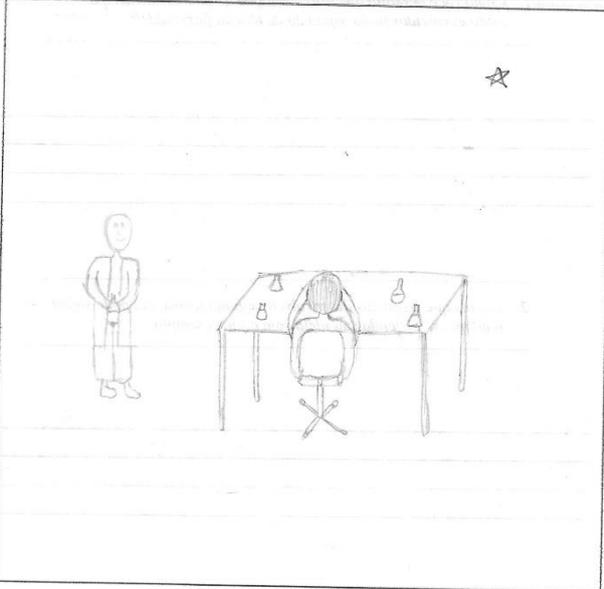
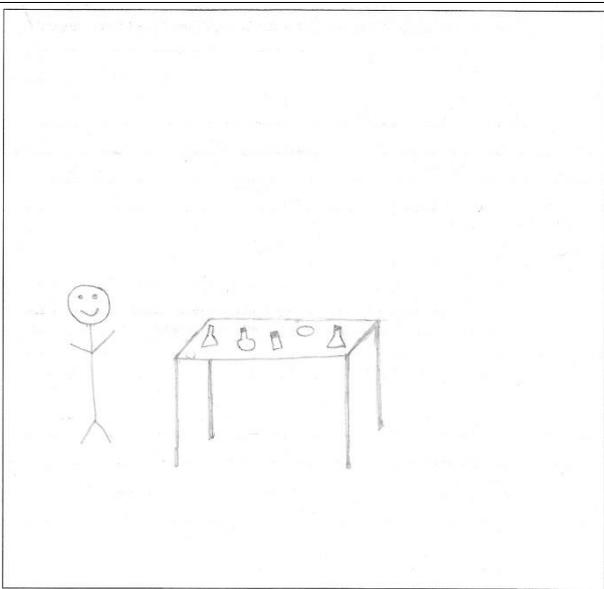
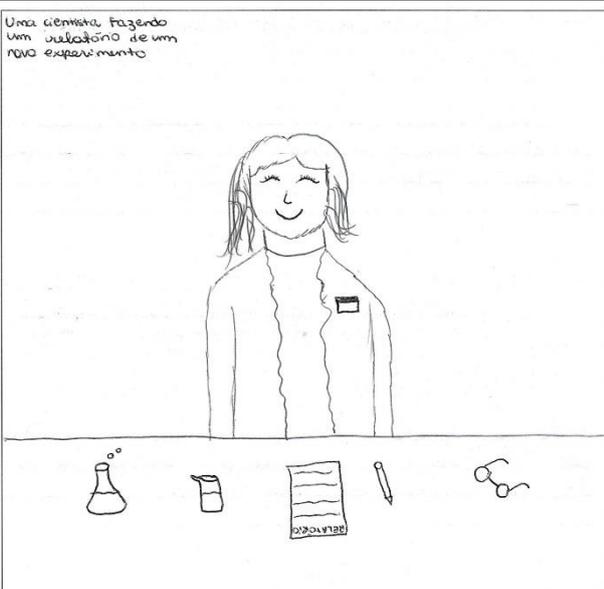
Pista 3: Ao entrar no laboratório, foi percebido que Lewis além de caído, estava com um corte na cabeça.

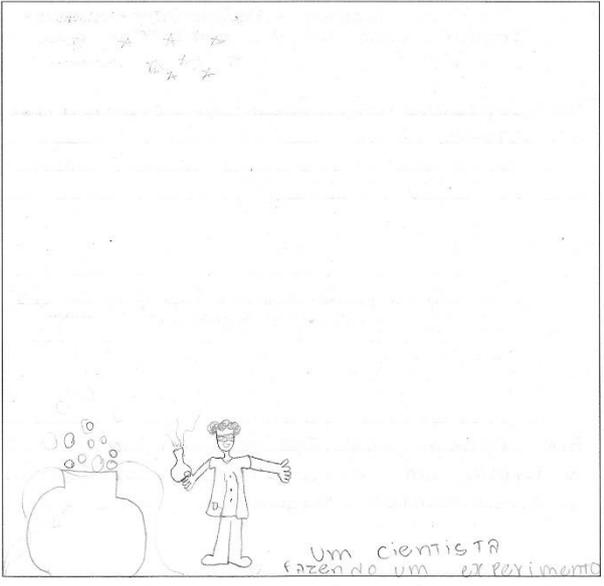
Pista 4: Uma autópsia preliminar indicou uma morte causada por infarto agudo no miocárdio, porém a autópsia definitiva nunca foi publicada.

Apêndice 2: Desenhos dos Estudantes Envolvidos na Aplicação, Descrições Elaboradas pelo Autor e Visões Distorcidas de Gil-Pérez (2001), associadas aos Desenhos

Aluno	Desenho	Descrição	Visões Distorcidas de Gil-Pérez (2001)
A1	 <p>A hand-drawn collage on a grid background. At the top left, 'CHARLES DARWIN' is written. To its right, 'ALBERT Einstein' is written. Below Darwin are two flasks and a microscope labeled 'MICROSCOPIO'. To the right of the microscope is the equation $E=MC^2$ and 'MARIE CURIE'. At the bottom left, 'FOQUE NA CIÊNCIA - RICK SANCHEZ' is written. At the bottom center is a Bohr-style atomic model. At the bottom right, 'DALTON' is written.</p>	<p>Diversas vidrarias e simbologias científicas espalhadas juntamente com nome de cientistas e uma frase do programa televisivo Rick & Morty.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Visão descontextualizada • Visão apromblemática • Visão Infalível • Visão Acumulativa
A2	 <p>A hand-drawn drawing on a grid background. On the left, a stick figure stands next to a flask. Below them is the text 'Um cara fazendo experimento'. At the bottom center is a Bohr-style atomic model.</p>	<p>Um cientista em um ambiente não identificado realizando um experimento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Individualista e elitista • Visão descontextualizada • Visão apromblemática • Visão empiro-indutivista

<p>A3</p>		<p>Um microscópio, um átomo de Rutherford e uma vidraria com o escrito “Big Bang”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Visão descontextualizada • Visão apromblemática • Visão empiro-indutivista • Visão infalível • Visão acumulativa
<p>A4</p>		<p>Um cientista em um ambiente não localizado, trabalhando em uma mesa com vidrarias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Individualista e elitista • Visão descontextualizada • Visão apromblemática • Visão empiro-indutivista • Visão infalível • Visão acumulativa
<p>A5</p>		<p>Um cientista, possivelmente um biólogo, com estereótipo de maluco trabalhando em um experimento com ratos. Aspecto animista pois o rato fala.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Individualista e elitista • Visão descontextualizada • Visão empiro-indutivista • Visão infalível

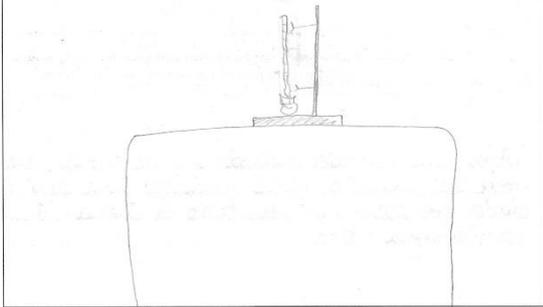
<p>A6</p>		<p>Dois cientistas trabalhando em conjunto em alguma pesquisa em que o ambiente provavelmente é um laboratório devido às amostras espalhadas na mesa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Visão apromática
<p>A7</p>		<p>Um cientista trabalhando em uma mesa com várias vidrarias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Individualista e elitista • Visão descontextualizada • Visão apromática • Visão empiro-indutivista
<p>A8</p>	<p>Uma cientista fazendo um relatório de um novo experimento</p> 	<p>Uma cientista fazendo um relatório de um novo experimento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Visão apromática

<p>A9</p>		<p>Um cientista e ao seu redor vidrarias, óculos e simbologias além de algo que se assemelha a um relatório. Aspectos animistas também são observados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Individualista e elitista • Visão descontextualizada • Visão aproblemática
<p>A10</p>	 <p>Um cientista fazendo um experimento</p>	<p>Um cientista fazendo um experimento com uma vidraria na mão e outra maior ao lado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Individualista e elitista • Visão descontextualizada • Visão aproblemática • Visão empiro-indutivista
<p>A11</p>	 <p>Cientista louco!</p> <p>VIVA! HA HA HA</p> <p>Criador de monstros!</p>	<p>Um cientista com estereótipo de louco, criador de monstros, com óculos escuros quadrados semelhantes a algum personagem de quadrinhos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Individualista e elitista • Visão descontextualizada • Visão aproblemática • Visão empiro-indutivista • Visão infalível

<p>A12</p>		<p>Uma cientista em laboratório sem estar manipulando algo na sua bancada, mas com muitos instrumentos e pensando em fórmulas quânticas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Visão descontextualizada • Visão empiro-indutivista • Visão infalível • Visão acumulativa
-------------------	---	--	--

<p>A13</p>		<p>Desenho que apresenta o personagem Rick Sanchez, um cientista alcólatra e misantropo da série televisiva "Rick & Morty".</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Individualista e elitista • Visão apromblemática • Visão empiro-indutivista • Visão infalível
-------------------	--	---	--

<p>Licenciando</p>	<p>Desenho</p>	<p>Descrição</p>	<p>Visões Distorcidas da NdC</p>
<p>L1</p>	<p>Uma pessoa Geralmente um homem Cujos focos se centrou em suas pesquisas e nada além</p> 	<p>Um cientista, geralmente um homem com foco em pesquisas e com o estereótipo de óculos e cabelo para cima.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Individualista e elitista • Visão descontextualizada • Visão apromblemática

<p>L2</p>		<p>Uma bancada com uma haste sustentando uma bureta para uso de experimentação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Visão descontextualizada • Visão apromática • Visão empiro-indutivista • Visão exclusivamente analítica
<p>L3</p>	<p>→ Cientista seria alguém que estuda fenômenos através de experimentos. Pois os experimentos comprovam ou não a sua pesquisa (teoria).</p> 	<p>Desenho que apresenta o personagem Dexter, um menino gênio, cientista e inventor, do desenho "O Laboratório de Dexter".</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Individualista e elitista • Visão apromática • Visão empiro-indutivista • Visão infalível

Apêndice 3: Tabulação dos Dados obtidos pelas Respostas do Questionário Inicial feito pelos Estudantes.

Aluno	Pergunta 1: Como você acredita que seja a relação de dois cientistas que estão envolvidos na formulação de teorias parecidas?	Pergunta 2: Depois que cientistas desenvolvem alguma teoria, ela pode sofrer mudanças? Defenda sua ideia com algum exemplo:	Pergunta 3: Cientistas possuem suas crenças, culturas e motivações. Até que ponto você acredita que os valores de um cientista podem influenciar sua pesquisa?	Pergunta 4: Você acredita que haja alguma diferença entre um conhecimento científico e outras formas de conhecimento? Dê um exemplo:
A1	R: Com base nas teorias semelhantes, os cientistas usam o que faltam em uma para complementar a outra, assim como foi a Teoria das Cordas e a Teoria da Relatividade Geral.	R: Sim, assim como temos com os Modelos Atômicos, passaram por muitos cientistas até chegar no Modelo Atômico que sabemos hoje. Rutherford, Bohr e Thomson defenderam três tipos de teorias sobre os Modelos Atômicos.	R: Ao ponto de tentarem buscar fatos até o fim de suas vidas, tentando até chegar ao sucesso da teoria defendida.	R: Acredito que toda nova descoberta seja científica, sendo cientista ou não.
A2	R: Depende, porque pode ser parceiro ou pode ter desavença. Acho que vai de pessoa pra pessoa essas relações.	R: Sim, como as outras teorias sofreram, por exemplo a evolução dos Modelos Atômicos.	R: Talvez pelo desenvolvimento da pesquisa ser muito pautado em crença e requerer outros pontos de vista.	R: Sim, uma pessoa que estudou sobre tal doença e aquela que não estudou, mas presenciou.
A3	R: No primeiro momento deve ser parceiro, mas quando a teoria não dá certo, um dos dois vai ficar sozinho ou receber toda a atenção.	R: Sim, podemos ver isso com os Modelos Atômicos		R: A espiritualidade também é uma forma de conhecimento.
A4	R: Uma relação de muito diálogo para chegar em um acordo.	R: Sim, porque podem ser comprovadas coisas diferentes como a gente viu com os estudos da Covid.	R: Até o ponto em que outra pessoa comprova outra coisa e toda a crença que existia faz o cientista	R: Sim, porque nem todo conhecimento vem da ciência, pode vir da história ou da religião.

			mudar.	
A5	R: É uma relação agressiva e competitiva, um querendo provar a teoria antes do outro.	R: Sim, podem haver modificações e aprimoramentos como a Evolução das Espécies.	R: Se um cientista vier de um lugar pobre ele vai entender melhor o papel da ciência pra sociedade.	R: Sim, existe conhecimento filosófico que não tem muito a ver com o conhecimento químico que vemos.
A6	R: Eles estudam bastante juntos e acabam criando uma amizade ou talvez não.	R: Sim, pois na teoria há estudos e nos estudos podem haver comprovações contrárias ou complementares.	R: Até o ponto em que alguém apresenta uma ideia contrária.	R: Sim porque nem todos os conhecimentos são comprovados como os signos.
A7	R: Acho que eles não se dão bem e há muita competitividade.	R: Não sei dizer.	R: Com pesquisas e estudos que apresentam ideias contrárias.	R: Sim, pedreiro tem muito conhecimento de obra mesmo sem ter estudado tanto.
A8	R: Depende. Em sua grande maioria, acredito que seja bem competitiva para quem achará a resposta mais rápido e receber o prestígio.	R: Acho que depende da evolução e de qual teoria. Por exemplo, uma vacina que já foi aprovada para ser aplicada não poderá ser cancelada após vacinar milhões.	R: Desde que não deixe interferir e mudar o rumo da sua pesquisa, acreditar no fato científico ao invés de deixar alguma influência interna aparecer, ou seja, mesmo valores interferindo o ideal é uma ciência imparcial.	R: Acredito que haja diferentes formas de conhecimento, mas que todas são válidas, porém existe uma diferença entre um conhecimento estudado e um vivido.
A9	R: Eles devem travar muitas disputas para mostrar quem é o melhor e pra quem publica primeiro.	R: Acho que sim porque nada fica igual, o mundo mais tecnológico promove mudanças na ciência.	R: Ao ponto de isso virar motivação para a pesquisa, que mesmo na dificuldade dos resultados, suas crenças não o deixem desistir.	R: Sim, acho que as pessoas lidam de maneira diferente pela forma de enxergar o mundo.
A10	R: Imagino que seja uma relação boa em que os cientistas consigam compreender o	R: Sim, podem dar ideias diferentes e formar um novo estudo com ideias e pensamentos	R: Não entendi muito bem.	R: Eu acho que o conhecimento pode ser vivido também, não só estudado.

	mesmo estudo.	diferentes.		
A11	R: Um complementa a ideia do outro, para que cheguem em um acordo.	R: Com certeza pode sofrer mudanças, para chegar em um novo resultado ou melhorar um resultado, foi assim com a indústria.	R: Isso pode influenciar totalmente a ideia de uma pesquisa e se alguém não contrapor ela passa essa crença pras outras pessoas que se beneficiam da pesquisa mesmo de forma sutil.	R: Sim, acho que o conhecimento histórico também é uma forma de conhecimento.
A12	R: Existe muita competição para quem vai ganhar os créditos das pesquisas. Existe muito machismo e racismo também.	R: Sim, o conhecimento evolui com o tempo, com o uso da tecnologia e com a explicação de novos fenômenos, por exemplo, as limitações nos Modelos Atômicos.	R: Tem que ter extremo cuidado para não deixar suas opiniões e crenças afetarem as pesquisas pois a ciência não pode ser enviesada.	R: O conhecimento científico é baseado em experimentos então o método científico é mais engessado, porém também existe o conhecimento de causa, de vivência.
A13	R: Procuram padrões ou semelhanças em suas teorias para melhorar a compreensão.	R: Podem, de acordo com o tempo a percepção e a capacidade de entendimento melhorada sobre os testes e experimentos podem mudar para que melhor explique aquele fenômeno.	R: Não podem, suas crenças individuais podem vir a gerar uma ciência fictícia e “moldar” a cabeça das outras pessoas de acordo com a ideia colocada ali.	R: O conhecimento científico é uma busca pela verdade, ou seja, pautado em comprovações, porém há outras formas de conhecimento como o religioso.

Licenciando	Pergunta 1: Como você acredita que seja a relação de dois cientistas que estão envolvidos na formulação de teorias parecidas?	Pergunta 2: Depois que cientistas desenvolvem alguma teoria, ela pode sofrer mudanças? Defenda sua ideia com algum exemplo:	Pergunta 3: Cientistas possuem suas crenças, culturas e motivações. Até que ponto você acredita que os valores de um cientista podem influenciar sua pesquisa?	Pergunta 4: Você acredita que haja alguma diferença entre um conhecimento científico e outras formas de conhecimento? Dê um exemplo:
L1	R: De disputa, para conseguir o maior crédito na pesquisa.	R: Sim, toda e qualquer teoria deve ser constantemente revisada, portanto, sofrerá mudanças. Os modelos atômicos são exemplos disso.	R: A partir do momento que você torna sua pesquisa como uma extensão do seu credo, os resultados certamente terão um viés associado.	R: Sim, o conhecimento científico passa por processos antes de ser aprovado, enquanto o senso comum é baseado em experiências pessoais.
L2	R: Acredito que seja uma relação de parceria, pesquisas em comum, um agregando ao trabalho do outro.	R: Após um cientista desenvolver uma teoria, ela pode, por exemplo, sofrer mudanças e ser aprimorada por outro cientista. Como o Modelo Atômico de Rutherford-Bohr	R: Os valores de um cientista começam a atrapalhar, a partir do momento em que ele não consegue comprovar cientificamente suas teorias, supondo assim de acordo com seus valores.	R: O conhecimento científico precisa de pesquisa, teste e resultados para ser repassado. O conhecimento empírico, religioso, filosófico, por exemplo, não precisa passar pelos mesmos processos.
L3	R: Se no caso a teoria for reformulada depois de outra, acredito que seja para explicar e resolver os questionamentos anteriores.	R: Sim, pois ao longo do tempo surgem questionamentos sobre essa teoria e logo precisa de uma adaptação, como o Modelo de Rutherford-Bohr.	R: Em vários aspectos, depende de suas vivências e objetivos com aquela pesquisa.	R: Sim, pois o conhecimento científico é baseado em experimentação enquanto alguns outros, não exigem como é o caso do conhecimento filosófico.

Apêndice 4: Tabulação dos Dados obtidos pelas Respostas da Primeira Parte do Estudo de Caso.

Aluno	Pergunta a) Lewis não teve uma escola presente em sua infância, você acredita que isso teve alguma influência em seu desenvolvimento nas relações com as pessoas? Explique:	Pergunta b) É inegável que Lewis foi um importante cientista no estabelecimento de teorias na Química. Mesmo tendo sido indicado 41 vezes ao Prêmio Nobel, nunca obteve êxito. Para você, quais os possíveis motivos dele não ter sido laureado?	Pergunta c) O texto mostra que Lewis desenvolveu sua própria teoria ácido-base após críticas à teoria de Arrhenius. Na sua visão há diferença entre uma crítica e uma opinião? Explique seu ponto de vista:	Pergunta d) Na sociedade moderna, você acredita que a comunicação entre cientistas mudou a forma como a ciência é produzida hoje em comparação a um século atrás? Explique com aspectos do texto:
A1	R: Acredito que a escola ensina além do conteúdo pois meus amigos me ajudaram a ser uma pessoa melhor.	R: Acho que as relações dele com os outros cientistas prejudicou bastante sua reputação.	R: Sim, uma crítica precisa ser fundamentada enquanto uma opinião é uma visão mais pessoal.	R: Sim, hoje com os celulares a comunicação passou a ser muito mais direta e simples ao contrário da época do episódio histórico em que as cartas demoravam muito.
A5	R: Acho que sim, mas às vezes pode ser um problema da personalidade dele mesmo que fez com que as outras pessoas não gostassem de trabalhar com ele.	R: Pode ter sido porque as pessoas não enxergavam a real importância do seu trabalho visto que ele não gostava de apresentar pros outros.	R: Acredito que existem opiniões que não são críticas, acho que a crítica é algo que promove uma mudança enquanto a opinião pode ser apenas o que você acha.	R: Depende, acho que alguns aspectos humanos se sobressaem na produção científica ao ponto de o avanço tecnológico da comunicação não influenciar isso, mas ao mesmo tempo é inegável que a comunicação é mais rápida e fácil.
A8	R: Ele não aprendeu a socializar na infância então isso afetou muito sua vida adulta, mais especificamente seu trabalho.	R: Porque ele não era tão reconhecido com suas descobertas, além de seu orientador ter influência direta na Academia que premiava.	R: Sim. Opinião não se envolve no quesito de querer provar o contrário, é apenas o que você acha sobre o assunto. Porém, a crítica já desenvolve o pensamento de querer fazer melhor e provar o contrário.	R: Com certeza. De certa forma, não rolaria uma competitividade enorme entre os cientistas, pois já teriam conversado e de maneira mais prática.

A12	R: A escola também ensina a socializar e conviver com a sociedade e Lewis não teve isso. Acredito que o afetou diretamente em seu trabalho.	R: Ele era um homem muito isolado e além disso suas descobertas importantíssimas não traziam reconhecimento pelo julgamento de sua personalidade.	R: Crítica precisa de um fundamento e algo comprovado. Já opinião é uma coisa mais pessoal e vai depender de cada pessoa.	R: Sim, os avanços tecnológicos os ajudaram a se comunicar com o mundo todo e também há mais reconhecimento entre eles.
A13	R: Com certeza, o contato com a escola é muito importante para aprender a conviver até com as divergências.	R: Ele teve a falta de sorte de ter cruzado com pessoas que valorizavam mais sua forma de trabalhar do que sua inteligência.	R: Não consigo dizer a diferença, mas acho que opinião pode ser crítica de acordo com a visão de quem está recebendo.	R: Sim, acho que não só a comunicação entre eles em si, mas os trabalhos publicados e as informações da mídia são propagadas de uma maneira muito mais rápida e eficiente.

Licenciando	Pergunta a) Lewis não teve uma escola presente em sua infância, você acredita que isso teve alguma influência em seu desenvolvimento nas relações com as pessoas? Explique:	Pergunta b) É inegável que Lewis foi um importante cientista no estabelecimento de teorias na Química. Mesmo tendo sido indicado 41 vezes ao Prêmio Nobel, nunca obteve êxito. Para você, quais os possíveis motivos dele não ter sido laureado?	Pergunta c) O texto mostra que Lewis desenvolveu sua própria teoria ácido-base após críticas à teoria de Arrhenius. Na sua visão há diferença entre uma crítica e uma opinião? Explique seu ponto de vista:	Pergunta d) Na sociedade moderna, você acredita que a comunicação entre cientistas mudou a forma como a ciência é produzida hoje em comparação a um século atrás? Explique com aspectos do texto:
L1	R: Sim, o ambiente escolar é de grande importância para a socialização e integração infanto-juvenil.	R: O fato dele não ser sociável e não estabelecer ligações no âmbito científico pode ter influência no seu trabalho não ser reconhecido	R: Na crítica é estabelecida uma visão construtiva sobre determinado fator. Pode não ser construtiva também, mas a crítica é baseada em uma análise. Já a opinião é reflexo dos nossos vieses pessoais e não são estabelecidos sobre análise	R: Sim, as redes sociais atreladas a internet tornaram a troca de informações mais fácil revolucionando a velocidade de desenvolvimento científico.

L2	R: A escola é primeiro contato que as pessoas têm com o mundo externo, quando se vê sozinha para com situações adversas. A ausência dessa experiência, faz com o desenvolvimento não seja completo.	R: Pelo fato de Lewis ser um cientista muito recluso, ele não tinha boas relações dentro da comunidade científica. E para ser laureado, ele precisava do apoio de outros cientistas.	R: Geralmente, uma crítica é uma opinião oposta à teoria apresentada, já a opinião pode ser muito particular, sem contrariar alguém.	R: Mudou completamente a forma de fazer ciência, porque sem essa comunicação entre eles, sem o apoio, a forma de desenvolver o pensamento coletivo era mais limitada.
L3	R: Sim, já que a escola tem uma importante função social de estabelecimento das primeiras relações de amizade	R: Talvez por conta que na época não viam o impacto das suas pesquisas	R: Sim, crítica propõe uma mudança e opinião seria algo mais pessoal.	R: De certa forma sim, facilitar a comunicação é facilitar a propagação de conhecimento e a tecnologia foi uma grande aliada nesse processo.

Apêndice 5: Tabulação dos Dados obtidos pelas Respostas da Segunda Parte do Estudo de Caso.

Grupo	Desfecho do Relatório Final sobre a Morte de Lewis:
GRUPO 1 (L2; A1; A8; A11; A12; A13)	R: Gilbert Lewis foi assassinado. Walther Nernst mandou Langmuir o matar, devido à todas suas rixas. Após a grande discussão no almoço, Langmuir manipulou o HCN de forma que deixou o ácido mais perigoso de ser trabalhado. Langmuir conseguiu acesso ao laboratório em sua visita à Universidade de Berkeley para o recebimento de seu título honorário.
GRUPO 2 (L1; A4; A5; A6; A7)	R: Ele morreu através do corte na cabeça, porém temos duas hipóteses: A primeira hipótese é baseada em um acidente onde o Lewis bateu a cabeça na estufa fazendo ele ficar desacordado e posteriormente indo à óbito. E a outra é a de que Langmuir bateu nele e conseqüentemente veio a óbito após bater a cabeça na bancada.
GRUPO 3 (L3; A2; A3; A9; A10)	R: Ele morreu após algum dos cientistas trocarem os reagentes e acreditamos que isso foi à mando do Arrhenius, após ser contrariado em sua teoria ácido-base.

Apêndice 6: Tabulação dos Dados obtidos pelas Respostas do Questionário Final feito pelos Estudantes.

Aluno	Pergunta 1: Na primeira atividade, você desenhou um cientista. Se hoje você tivesse que repeti-la, seu desenho seria semelhante ao primeiro? Em caso negativo, o que mudaria?	Pergunta 2: O que você aprendeu sobre a ciência e como o conhecimento científico é construído a partir do caso sobre a vida de Lewis?	Pergunta 3: Para você, por que a maioria dos cientistas são endeusados ou tratados como seres sobre-humanos?
A1	R: Sim, acredito que o que eu desenhei representa a ciência como um todo.	R: Lewis foi importante para a Química e o conhecimento que ele construiu não teve um caminho fácil.	R: A mente deles vai além do que imaginamos, por isso vemos eles de uma forma, como grandes gênios da ciência, o que de fato é!
A2	R: Sim, porque de qualquer forma ainda é um cientista que faz experimentos.	R: Mesmo tendo contribuído para o avanço da ciência as pessoas estão suscetíveis a problemas pessoais.	R: Porque no mundo em que vivemos, quem tem diploma em área científica é definido por isso, vira quase uma personalidade.
A3	R: Não, pois a ideia que eu tinha mudou entendendo que cientistas também são pessoas.	R: O conhecimento é construído de várias formas mesmo que uma teoria seja a mais aceita.	R: Porque eles são mais inteligentes do que a maioria das pessoas que não conseguem chegar aonde eles chegaram com o pensamento.
A4	R: Fiz o desenho hoje, mas talvez refletindo um pouco mais após esse caso, faria outro.	R: A vida do Lewis foi injusta pois ele fez muita coisa e não foi reconhecido, às vezes devemos ter cuidado com quem chamamos de amigos.	R: Por conta da sua inteligência e seu esclarecimento de vida e pesquisas.
A5	R: Não, acho que mudaria para uma pessoa mais comum.	R: Lewis foi importante, mas não sabia lidar muito bem com pessoas e por isso suas pesquisas não tiveram o reconhecimento que ele queria na época	R: Porque eles fazem coisas e pensam de uma forma que poucas pessoas conseguem.

A6	R: Acho que não mudaria, para mim cientistas trabalham assim.	R: Pode causar muita intriga quando não se aceita a teoria do outro e isso ser motivo de frustração.	R: Porque eles estudam muito e tem mais conhecimento que as pessoas que não estudaram tanto.
A7	R: Sim, porque não mudou minha opinião sobre os cientistas pois não tive muito contato com laboratórios.	R: Ser uma pessoa difícil de lidar é um obstáculo até mesmo quando se é muito inteligente.	R: Porque eles são mais inteligentes que o normal.
A8	R: Não, pois apresentei uma imagem bem estereotipada de um cientista.	R: A ciência tem diversos âmbitos e camadas. Nem sempre o que parece ser é o que realmente acontece nos bastidores, rola muita competitividade.	R: Pois apesar de ser por meio de estudos, eles possuem conhecimento demais e são vistos como seres inalcançáveis.
A9	R: Acho que não, pois trouxe uma ideia muito geral sobre como seria um cientista.	R: Entendi que a ciência tem uma construção e não só o que vemos pronto.	R: Deve ser porque eles descobriram muitas coisas importantes que ajudaram a evoluir o mundo.
A10	R: Não, pois cientistas não são resumidos em um laboratório fazendo experimento.	R: Através de vários estudos o conhecimento é criado e esses estudos demandam relações entre pessoas.	R: Porque eles têm um conhecimento mais esclarecido do que o dos outros.
A11	R: Acho que faria da mesma maneira.	R: A vida dele foi bem triste baseada nas relações que ele teve na ciência.	R: Na verdade não acho isso, sempre vi cientistas como pessoas comuns, às vezes meio doidos.
A12	R: Não, porque o professor disse que a ciência é uma coisa muito séria, mas que cientistas também tem suas vidas.	R: A ciência e o conhecimento científico são muito variados e demandam muita saúde mental para serem construídos.	R: Porque eles são muito inteligentes e acham e descobrem coisas essenciais para a vida humana.
A13	R: Sim, acho que o contato que tenho com filmes e séries me faz enxergar o cientista dessa maneira.	R: Assim como a teoria de Einstein, intuição vale tanto quanto o conhecimento pois gera uma resposta diferente mesmo que	R: Porque buscam a explicação do mundo manipulando meios difíceis de serem compreendidos pela maioria das pessoas.

		<p> você esteja mais propenso a críticas. </p>	
--	--	--	--

<p> Licenciando </p>	<p> Pergunta 1: Na primeira atividade, você desenhou um cientista. Se hoje você tivesse que repeti-la, seu desenho seria semelhante ao primeiro? Em caso negativo, o que mudaria? </p>	<p> Pergunta 2: O que você aprendeu sobre a ciência e como o conhecimento científico é construído a partir do caso sobre a vida de Lewis? </p>	<p> Pergunta 3: Para você, por que a maioria dos cientistas são endeusados ou tratados como seres sobre-humanos? </p>
<p> L1 </p>	<p> R: Provavelmente não, a representação midiática possui grande impacto em nossas percepções e foi o que aconteceu comigo. </p>	<p> R: Que existem diversas complexidades envolvidas no ambiente científico que interferem na produção de conhecimento. </p>	<p> R: Sim, as representações do que são os cientistas seguem sempre um padrão que estabelece um estereótipo. </p>
<p> L2 </p>	<p> R: Sim, seria o mesmo desenho. Pois na minha visão, desconstruir um estereótipo de uma vida inteira, com um só caso, é muito difícil. </p>	<p> R: Aprendi que a ciência nem sempre é feita conforme a regra e que a vida pessoal do cientista afeta mais do que imaginava o seu trabalho. </p>	<p> R: Eles são sim endeusados como seres que não sofrem, como seres que não são inseguros e que não passam por problemas pois suas conquistas são mais exploradas do que suas vidas pessoais. </p>
<p> L3 </p>	<p> R: Sim, pois ainda acredito que o objetivo influencia suas pesquisas. </p>	<p> R: Que podemos entender muito mais de ciência a partir da vida de um cientista, podendo trazer os aspectos que mudaram e ainda podem mudar uma teoria. </p>	<p> R: Pois eles lutam muito por suas pesquisas e elas são capazes de mudar uma sociedade por completo. </p>