



## **Gilbert Lewis e a Natureza da Ciência: Reflexões sobre a construção social do conhecimento científico a partir de um Estudo de Caso**

### **Gilbert Lewis and the Nature of Science: Reflections on the social construction of scientific knowledge from a Case Study**

### **Gilbert Lewis y la Naturaleza de la Ciencia: Reflexiones sobre la construcción social del conocimiento científico a partir de un Estudio de Caso**

**Arthur Velardi Cerqueira**

Colégio Anchieta COC Brasília, Brasil  
arthur.velardi.c@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0005-0647-0665>

**Jheniffer Micheline Cortez**

Universidade de Brasília, Brasil  
jheniffer.cortez@unb.br  
<https://orcid.org/0000-0002-3930-7742>

#### **Resumo**

A compreensão sobre a construção social do conhecimento científico, embora seja importante, ainda é deixada em segundo plano no contexto do ensino de ciências. Estudos em História e Filosofia da Ciência vêm se mostrando um caminho para abordagem de aspectos da Natureza da Ciência (NdC) em sala de aula. Diante disso, nesse 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 da Educação Básica sobre os cientistas e o processo de construção do fazer científico. Por meio de uma abordagem qualitativa, desenvolvemos a aplicação do Estudo de Caso com estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Brasília – Brasil e analisamos, por meio da Análise Textual Discursiva, os instrumentos de coleta de dados, quais sejam: o *Draw a Scientist Test* (DAST), questões adaptadas dos Questionários *Views of the Nature of Science* (VNOS), além de outros questionários. No Estudo de Caso abordamos 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. Os resultados evidenciam que, no geral, os estudantes apresentavam inicialmente uma visão estereotipada do cientista, sendo pouco evidente a presença do trabalho coletivo ou de mulheres na ciência. Com relação aos aspectos da NdC, evidencia-se que os estudantes, no geral, passaram a ver a ciência a partir de uma perspectiva sociocultural, além de compreender que a construção



do conhecimento científico não se dá de maneira linear, após a discussão do Estudo de Caso histórico. Desse modo, defendemos que a inserção da história e da filosofia da ciências nas aulas pode humanizar e aproximar os estudantes da ciência.

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

### Summary

Understanding the social construction of scientific knowledge, although important, is still left in the background in the context of science teaching. Studies in History and Philosophy of Science have proven to be a way to approach aspects of the Nature of Science (NOS) in the classroom. Therefore, in this research, our objective was to propose and validate a historical Case Study on Gilbert Lewis, in addition to evaluating the potential of this approach in learning aspects of the Nature of Science and investigating the previous conceptions of Basic Education students about scientists and the process of building scientific practice. Using a qualitative approach, we developed the application of the Case Study with students in the 2nd year of high school at a public school in Brasília – Brazil. We analyzed, through Discursive Textual Analysis, the data collection instruments, namely: the Draw a Scientist Test (DAST), questions adapted from the Views of the Nature of Science (VNOS) Questionnaires, as well as other questionnaires. In the Case Study we address a historical episode that explains the construction of the Shared Pairs Theory of 1923, in which we begin to better understand the formation of the Octet Rule and the various interpersonal relationships as interferences in scientific practice and the life of the scientist in question. The results show that, in general, the students initially presented a stereotypical view of scientists, with the presence of collective work or women in science being little evident. Regarding the aspects of NOS, it is evident that students, in general, began to see science from a sociocultural perspective, in addition to understanding that the construction of scientific knowledge does not occur in a linear manner, after discussing the Study of Historical case. In this way, we argue that the inclusion of history and philosophy of science in classes can humanize and bring students closer to science.

**Keywords:** Science History and Philosophy; Science Construction; Interpersonal Relations

### Resumen

Comprender la construcción social del conocimiento científico, aunque importante, todavía queda en un segundo plano en el contexto de la enseñanza de las ciencias. Los estudios de Historia y Filosofía de la Ciencia han demostrado ser una forma de abordar aspectos de la Naturaleza de la Ciencia (NdC) en el aula. Por lo tanto, en esta investigación, nuestro objetivo fue proponer y validar un Estudio de Caso histórico sobre Gilbert Lewis, además de evaluar el potencial de este enfoque en el aprendizaje de aspectos de la Naturaleza de la Ciencia e investigar las concepciones previas de los estudiantes de Educación Básica sobre los científicos y el proceso de construcción de la práctica científica. Utilizando un enfoque cualitativo, desarrollamos la aplicación del Estudio de Caso con estudiantes de 2º año de secundaria de una escuela pública de Brasília – Brasil y analizamos, a través del Análisis Textual Discursivo, los instrumentos de recolección de datos, a saber: el Draw a Scientist Test. (DAST), preguntas adaptadas de los cuestionarios Views of the Nature of Science (VNOS), así como otros cuestionarios. En el Estudio de Caso abordamos un episodio histórico que explica la construcción



de la Teoría de los Pares Compartidos de 1923, en el que comenzamos a comprender mejor la formación de la Regla del Octeto y las diversas relaciones interpersonales como interferencias en la práctica científica y la vida del científico. en cuestión. . Los resultados muestran que, en general, los estudiantes presentaron inicialmente una visión estereotipada de los científicos, siendo poco evidente la presencia del trabajo colectivo o de las mujeres en la ciencia. En cuanto a los aspectos de NdC, se evidencia que los estudiantes, en general, comenzaron a ver la ciencia desde una perspectiva sociocultural, además de comprender que la construcción del conocimiento científico no ocurre de manera lineal, luego de discutir el Estudio de Caso Histórico. De esta manera, sostenemos que la inclusión de la historia y la filosofía de la ciencia en las clases puede humanizar y acercar a los estudiantes a la ciencia.

**Palabras Clave:** Historia y Filosofía de las Ciencias; Construcción de la Ciencia; Relaciones interpersonales

## Introdução

Nas aulas de Química é comum que os conteúdos científicos sejam trabalhados distantes de seu contexto sociocultural, o que contribui para afastar os estudantes da produção científica e pode reproduzir um ensino no qual a ciência é vista como produto (Forato, Pietrocola & Martins, 2011). Além disso, raramente dá-se espaço para que os estudantes possam refletir sobre o fazer científico. Os cientistas e seus trabalhos são vistos, muitas vezes, como distantes da realidade dos estudantes. Em geral, o cientista é associado a um brilhantismo sobre-humano e pode contribuir para uma concepção negativa em relação à ciência (Cerqueira, 2022).

Essa realidade se estende ao contexto formativo profissional docente, que carece de abordagens em História e Filosofia das Ciências – HFC, e pode se configurar como um fator limitante para inserir discussões dessa natureza no Ensino Básico (Martins, 2007). Nesse contexto, abordagens que privilegiam a inserção de aspectos históricos e filosóficos nas aulas de Química, vêm se mostrando um caminho para aproximar os estudantes do fazer científico e possibilitar a reflexão de aspectos da Natureza da Ciência – NdC (Oki & Moradillo, 2008).

Diante disso, nosso objetivo nesse estudo foi propor e validar um Estudo de Caso histórico sobre Gilbert Lewis, além de avaliar as potencialidades dessa abordagem na aprendizagem de aspectos da NdC. Ainda, estabelecemos como objetivo, investigar as concepções prévias de estudantes do Ensino Médio sobre os cientistas e o processo de construção do fazer científico. Assim, fomos orientados pela seguinte questão: Até que ponto um Estudo de Caso sobre Gilbert Lewis que aborda aspectos da história e filosofia da ciência em sala de aula pode impactar nas concepções relativas à Natureza da Ciência de estudantes do Ensino Médio?



## Contextualização Teórica

### A Natureza da Ciência ou do Conhecimento Científico

Entender o contexto de produção e validação do conhecimento caracteriza o que se denomina Natureza da Ciência (NdC) ou Natureza do Conhecimento Científico (NdCC). Segundo Lederman (2019), natureza da ciência (no inglês NOS) ou natureza do conhecimento científico (no inglês NOSK) são considerados sinônimos, no entanto, o segundo expressa de forma mais precisa a ideia de construção do conhecimento. Nesse texto, adotaremos a sigla NdC para se referir à natureza da ciência ou do conhecimento científico. A construção do conhecimento científico em seus aspectos sociais, políticos, econômicos e epistemológicos se constitui um saber tão importante quanto a própria ciência. Conforme Moura (2014, p. 32), NdC é definida 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.

Dentre as perspectivas discutidas por Moura (2014), destacamos os aspectos consensuais de Lederman (1992). Dos sete aspectos de Lederman (2013), destacamos o dinamismo da ciência quando o autor menciona que o conhecimento científico nunca é absoluto, afirmando que as “verdades” científicas podem mudar tanto a partir de novas evidências quanto pela reinterpretção de fatos. Essa noção corrobora para que os estudantes visualizem a ciência como empreendimento em constante construção, sem verdades dogmáticas e inquestionáveis.

Irzik & Nola (2011) destacam que o conhecimento científico não é construído de maneira aleatória e, portanto, não se faz ciência sem adotar um método ou regras metodológicas. A esse respeito, Lederman (2013) destaca que apesar do conhecimento científico ser baseado e/ou derivado de observações da natureza, ao interpretar um fenômeno, o cientista o faz a partir de concepções, crenças e experiências prévias, o que, segundo o autor, influenciam na maneira que conduzem suas investigações científicas. Portanto, não há um único modo de fazer ciência e há margem para um mesmo conceito ou fenômeno ser interpretado de maneiras distintas.

Nesse contexto, além dos compromissos teóricos dos cientistas no processo de construção do conhecimento científico que o torna subjetivo, Lederman (2013) menciona sobre a influência do contexto social, das estruturas de poder, da política, dos fatores socioeconômicos, da filosofia e da religião como elementos da esfera cultural que influenciam o fazer científico. A ciência, enquanto empreendimento humano, é inserida em uma cultura no qual os cientistas se tornam produto desta. Além disso, há um consenso de que a ciência não está isenta de um viés externo, aspecto abordado em nosso Estudo de Caso.

Assim, ao tratar de aspectos da NdC em sala de aula pode-se adotar diferentes perspectivas para levar os estudantes a refletirem sobre a ciência. Abd-El-Khalick & Lederman (2000) elencam que abordagens implícitas e explícitas em NdC são utilizadas como caminhos para aperfeiçoar



visões sobre a ciência de estudantes e professores. Enquanto na primeira utiliza-se atividades da investigação científica ou relacionadas ao fazer científico para possibilitar a compreensão sobre a ciência, na segunda faz-se uso de elementos da história e da filosofia da ciência orientada para levar os estudantes e professores a refletirem sobre determinados aspectos da NdC.

Para o estudo em questão, alguns aspectos da NdC são importantes, tendo em vista que envolvem o caráter externo da ciência, como a influência de questões culturais, sociais e políticas na construção do conhecimento científico, bem como as crenças, costumes e relações interpessoais dos cientistas. Assim, admitimos que uma abordagem explícita e reflexiva pode contribuir para a superação da linearidade na construção do conhecimento científico, no nosso caso da Química (Cortez & Kiouranis, 2022).

Do ponto de vista curricular, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PC-NEM) elencam a importância da história da Química no ensino:

[...] A história da química como parte do conhecimento socialmente produzido, deve permear todo o ensino de Química, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos (Brasil, 2002, p. 240).

Embora não apareça explicitamente o termo “natureza da ciência”, ao mencionar que a história da química possibilita a compreensão sobre a construção do conhecimento científico, admitimos que são abordados indiretamente aspectos da NdC. Pinto & Silva (2021) afirmam que nos documentos brasileiros, grande parte dos conteúdos podem ser trabalhados sob a perspectiva da NdC, uma vez que englobam a interpretação de fenômenos e de aspectos socioculturais como fundamentais para a formação básica em ciências dos estudantes. Os autores ainda destacam que apesar das discussões de NdC estarem amadurecidas no contexto acadêmico, essas questões não se refletem nos documentos atuais, o que demonstra uma falta de diálogo entre os trabalhos dessa temática e as aplicações no Ensino Básico previstas pela Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Brasil, 2018).

Em nossa pesquisa, adotamos a perspectiva explícita ao estudar a vida de um cientista. Para tanto, optamos pelo desenvolvimento de um Estudo de Caso histórico, dado que se configura como uma estratégia didática capaz de humanizar os cientistas no contexto de ensino e de aprendizagem (Porto, 2013). A proposição da história de vida de Gilbert Lewis para a reflexão desses aspectos da NdC no presente estudo, se deve a sua conturbada carreira acadêmica e relações interpessoais cultivadas com grandes cientistas, além de suas notórias contribuições para a Química.

### Breve história de vida de Gilbert Lewis

Gilbert Newton Lewis, graduado em Harvard em 1896, obteve o título de doutor na mesma universidade em 1899, sob orientação de Theodore Richards (Filgueiras, 2016). Em 1923, publicou sua monografia sobre modelos de ligações intitulada “Valência e a Estrutura de Átomos e Moléculas” a qual se propôs a estudar a natureza das ligações químicas (Pacheco, 2019).



Jensen (2000) afirma que esse modelo foi crucial para a publicação do livro “A Natureza das Ligações Químicas”, de autoria do químico Linus Pauling. Por suas contribuições, Pauling foi laureado com o prêmio Nobel de 1954, oito anos após a controversa morte de Lewis, em um laboratório da Universidade de Berkeley. Apesar de ter noção de como os pares de elétrons eram compartilhados, Lewis ainda não tinha domínio do modelo de ligação covalente, nome que só veio com Langmuir, assim como a Regra do Octeto.

Lewis acumulou 41 indicações ao Prêmio Nobel de Química, sendo até hoje o cientista mais indicado na categoria, porém nunca laureado pela Academia Sueca. Segundo Coffey (2008), a explicação estaria nas conflituosas relações cultivadas com grandes e influentes cientistas da época, entre eles, Walter Nernst e Irving Langmuir. 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.

Ao longo da sua vida, Lewis desenvolveu estudos na termodinâmica e na eletroquímica, que desencadearam a descoberta do deutério, além de algumas contribuições do entendimento da fluorescência. Seu último doutorando, Michael Kasha, que estudava sobre fluorescência, foi quem o encontrou morto no laboratório, em 23 de março de 1946. Kasha (1984) afirmou que seu orientador havia almoçado com Langmuir e havia saído furioso em direção ao seu laboratório, onde horas depois foi encontrado morto.

Coffey (2008) afirma ter encontrado na biblioteca da Universidade de Berkeley um documento que concedia a Langmuir um título honorário 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 dúvidas em relação à sua morte (Filgueiras, 2016).

Esse contexto histórico motivou a criação de um Estudo de Caso sobre a história de vida de Lewis, enfatizando o aspecto explícito-reflexivo da NdC. Define-se um Estudo de Caso como uma análise aprofundada de um episódio histórico específico para aproximar o aluno do entendimento e das motivações que levaram à construção do conhecimento científico a ser trabalhado (Porto, 2013). Forato, Pietrocola & Martins (2011) afirmam que a seleção de episódios históricos para abordar NdC de maneira explícita e reflexiva pode contribuir com o conteúdo trabalhado em sala de aula.

Conforme Porto (2013), a relação entre cientistas enfatiza que a ciência é construída coletivamente e que as crenças e valores pessoais podem influenciar em seu desenvolvimento. Santos, Maia & Justi (2020) por exemplo, trazem como caso a vida de Marie Curie no contexto da formação de professores de química como caminho para refletir sobre determinados aspectos da NdC. Silva & Moura (2008) propuseram a inserção de aspectos da NdC no ensino de física a partir de uma análise do episódio histórico envolvendo a popularização da óptica newtoniana. Do mesmo modo, abordar a vida de Lewis, a partir de um episódio histórico pode contribuir para humanização da ciência, além de promover reflexão por parte dos estudantes sobre o processo de construção dos modelos de ligações químicas.



## Metodologia

Esta pesquisa, de natureza qualitativa, conforme Minayo, Deslandes & Gomes (2016), trabalha com um universo de significados que não podem ser quantificados. Nosso objetivo foi propor e validar um Estudo de Caso histórico sobre a vida de Lewis. Para tanto, uma etapa de estudos levou à construção da narrativa intitulada “O caso de Gilbert Lewis: um cientista rabugento ou perseguido?”, que passou por um estudo piloto antes da sua aplicação em sala de aula (Ferreira, 2013). A partir da análise de dois pesquisadores da área de Ensino de Química no Brasil da linha de HFC, adaptamos a estratégia didática para implementação em sala de aula.

O Estudo de Caso apresenta o episódio histórico que trata da vida e a controversa morte de Lewis, na qual os estudantes deveriam propor possíveis causas da morte do cientista. Essa estratégia foi aplicada no Centro Educacional Gisno, em Brasília – Brasil com 13 estudantes de turmas diversas do segundo ano do Ensino Médio, além de três estudantes do curso de Licenciatura em Química da Universidade de Brasília. O desenvolvimento da proposta, realizado em aproximadamente quatro horas, deu-se em quatro etapas.

Na primeira etapa, foi solicitado aos estudantes um desenho de como eles imaginavam um cientista para que pudéssemos avaliar as concepções dos estudantes acerca do fazer científico, por meio de instrumento de coleta de dados baseado no Draw a Scientist Test – DAST (Chambers, 1983). Em seguida, o questionário inicial apresentado no Quadro 1, foi aplicado com objetivo de analisar as concepções prévias dos estudantes sobre a construção da ciência. As questões propostas foram baseadas nos aspectos da NdC discutidos por Lederman (1992) no questionário VNOS (Views of Nature of Science).

Quadro 1: Perguntas do Questionário Inicial

Questionário Inicial
1. Como você acredita que seja a relação de dois cientistas que estão envolvidos na formulação de teorias parecidas?
2. Depois que cientistas desenvolvem alguma teoria, ela pode sofrer mudanças? Defenda sua ideia com algum exemplo.
3. 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?
4. Você acredita que haja alguma diferença entre um conhecimento científico e outras formas de conhecimento? Dê um exemplo.

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Após uma breve discussão das concepções dos estudantes, na segunda etapa, foi realizada a leitura coletiva da primeira parte do Estudo de Caso, apresentado no Quadro 2.



Quadro 2: Primeira parte do Estudo de Caso

**“O caso de Gilbert Lewis: um cientista rabugento ou perseguido?”**

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 pólo 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 triplete. Foi também o elaborador da teoria ácido-base mais abrangente em comparação com as teorias 71 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.

Fonte: elaborado pelo autor (2022)





Nessa primeira parte do Estudo de Caso, os estudantes refletiram e entenderam os aspectos da formação pessoal e profissional de Lewis. Dessa maneira, algumas perguntas (Quadro 3) foram discutidas entre os estudantes em pequenos grupos, objetivando a reflexão e aproximação com a realidade desse cientista e as relações interpessoais cultivadas durante sua vida.

Quadro 3: Perguntas da Primeira Parte do Estudo de Caso

Perguntas da Parte I
1. 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.
2. 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?
3. 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.
4. 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.

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Na segunda parte do Estudo de Caso, conforme apresentado no Quadro 4, direcionamos as discussões para a controversa morte de Lewis, estabelecendo uma dinâmica investigativa da provável causa do óbito, levando os estudantes a analisarem as informações do Estudo de Caso e propor soluções para o episódio.



Quadro 4: Segunda Parte do Estudo de Caso

<b>“O caso de Gilbert Lewis: um cientista rabugento ou perseguido?”</b>
<p>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 vida. 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, juntamente ao FBI nos 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. <b>ATENÇÃO!</b> Novas pistas irão surgindo...</p> <p>Pista 1: O HCN (ácido cianídrico) é um ácido forte, muito volátil e tóxico, se inalado em grandes quantidades, pode ser letal em minutos.</p> <p>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.</p> <p>Pista 3: Ao entrar no laboratório, foi percebido que Lewis além de caído, estava com um corte na cabeça.</p> <p>Pista 4: Uma autópsia preliminar indicou uma morte causada por infarto agudo no miocárdio, porém a autópsia definitiva nunca foi publicada.</p>

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Divididos em quatro grupos, os estudantes recebem quatro pistas que podem levar a um possível desfecho do caso. A partir das pistas, os grupos poderiam sugerir diferentes desfechos, como a intoxicação pelo ácido cianídrico (pista 1), uma queda, acidente ou assassinato no laboratório (pistas 2, 3 e 4). Após a discussão dos grupos, apresentamos o desfecho real, com informações do caso que segue inconclusivo até hoje, conforme o Quadro 5.



Quadro 5: Desfecho Histórico Real do Caso

<b>Desfecho do caso: “Gilbert Lewis: um cientista rabugento ou perseguido?”</b>
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)

Após a apresentação do desfecho histórico real, na terceira etapa as ligações químicas iônica, covalente e metálica foram estudadas, no que se refere aos tipos de ligações, a estrutura de pontos de Lewis e a Regra do Octeto. Ao final, na quarta etapa, aplicou-se um questionário final, para análise de possíveis mudanças nas concepções dos estudantes acerca da NdC, conforme o Quadro 6.

Quadro 6: Perguntas contidas no Questionário Final

<b>Questionário Final</b>
1. Você mudaria alguma das respostas dadas no questionário inicial? Se sim, quais? 2. A vida de Lewis te ajudou a entender melhor como as teorias dele foram construídas? 3. Para você, por que a maioria dos cientistas são endeusados ou tratados como seres sobre-humanos?

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

A metodologia de análise dos dados foi a categorização das respostas, a partir da Análise Textual Discursiva (ATD), proposta por Moraes & Galiazzi (2016). Analisamos as respostas do questionário inicial e do DAST, bem como o questionário final de cada estudante. 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 afunilada e direcionada para a temática em que se quer investigar.



## Resultados e Análise dos Dados

O Estudo de Caso foi introduzido como forma de investigar a morte de Gilbert Lewis, que 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. Foram levantadas diferentes hipóteses que indicam morte premeditada ou acidental. Três grupos destacam as relações entre os cientistas na possível causa da morte, como observado no excerto: “Walther Nernst mandou Langmuir o matar, devido à todas suas rixas” (Grupo 1: L2; A1; A8; A11; A12; A13). Sugeriu-se também que poderia ter sido um assassinato, conforme o excerto: “Langmuir bateu nele e conseqüentemente veio a óbito após bater a cabeça na bancada.” (Grupo 2: L1; A4; A5; A6; A7). Outra possibilidade levantada foi de sabotagem, conforme exposto no excerto: “Ele morreu após alguns dos cientistas trocarem os reagentes” (Grupo 3: L3; A2; A3; A9; A10).

Após a leitura e análise dos dados, as unidades de significado selecionadas dos instrumentos de coleta de dados utilizados, passaram pela categorização conforme proposto na ATD. Apresentaremos os resultados dos desenhos e dos questionários iniciais e finais.

### Análise dos Desenhos

A análise do DAST evidenciou uma concepção majoritariamente descontextualizada e estereotipada da ciência, em que os estudantes representaram a atividade científica quase que exclusivamente em laboratórios, desconsiderando outras atividades que perpassam o fazer científico (Cavalli & Meglhoratti, 2018). Muitos estudantes trouxeram o estereótipo de cientistas malucos. De acordo com Pozo & 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.

Os desenhos apresentados nas Figuras 1 e 2, demonstram a falta de contextualização da ciência nas salas de aula, a partir do momento em que cientistas são representados com estereótipos, muitas das vezes, reforçados por caráter midiático. Siqueira (1999) discute que os objetivos da divulgação da ciência em desenhos animados, séries e filmes não são a sua socialização e podem gerar as visões estereotipadas encontradas nos resultados.



Figuras 1 e 2: DAST



Fonte: Estudantes A5 e A11, respectivamente (2022)

Por outro lado, três estudantes, apresentaram em seus desenhos a presença do trabalho coletivo entre cientistas e mulheres participando da produção científica, conforme apresentado nas Figuras 3 e 4. Enquanto que, grande parte das representações foram de cientistas homens, o que levanta uma realidade discutida por Chassot (2017) de que a ciência é predominantemente masculina.

Figuras 3 e 4: DAST



Fonte: Estudantes A6 e A8, respectivamente (2022)



Vale salientar, que os desenhos de mulheres à frente da ciência foram trazidos por duas estudantes do Ensino Básico, o que pode evidenciar a possibilidade de futuramente seguirem carreira científica. Esses resultados evidenciam a importância de discutir na Educação Básica a temática da inserção da figura feminina no ambiente acadêmico, algo debatido por Chassot (2017, p. 123):

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.

### **Análise do Questionário Inicial**

No questionário inicial (Quadro 1), ao perguntar sobre a relação entre dois cientistas envolvidos em linhas de pesquisas próximas, os estudantes entendem que estes podem ter uma relação de colaboração por meio do estabelecimento de parcerias de trabalho, porém muitos acreditam que essa relação pode ser de competição e/ou de reconhecimento (ou não) entre cientistas, indicando uma visão individualista da ciência. Na Tabela 1 apresentamos as categorias iniciais, seguidas de exemplos de unidades de significados, a quantidade, bem como a categoria final.



**Tabela 1**

*Categorização da Questão 1 do Questionário Inicial - “Como você acredita que seja a relação de dois cientistas que estão envolvidos na formulação de teorias parecidas?”*

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

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Ao questionar se uma teoria pode sofrer mudanças, os estudantes pensam que a construção do conhecimento científico pode se dar a partir tanto da troca de paradigmas quanto da acumulação de teorias. Como exemplo citam conhecimentos historicamente construídos, como os modelos atômicos e a teoria da evolução. Nesse aspecto, dois estudantes chamaram atenção para a responsabilidade social da ciência, usando como exemplo o contexto da pandemia, em que o conhecimento científico afetou diretamente a população. Os resultados são apresentados na Tabela 2.



**Tabela 2**

*Categorização da Questão 2 do Questionário Inicial - "Depois que cientistas desenvolvem alguma teoria, ela pode sofrer mudanças? Defenda sua ideia com algum exemplo."*

<b>Categoria Inicial</b>	<b>Unidade de Significado</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Categoria Final</b>
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)	2	Responsabilidade Social da Ciência

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Quando questionamos sobre a influência do cientista no desenvolvimento da pesquisa, algo retratado pelos estudantes foi a noção de que a construção da ciência passa pela avaliação de pares e exige ética científica, demonstrando uma perspectiva sociocultural da ciência, no entanto, identificamos a ideia de que os interesses pessoais dos cientistas podem influenciar no fazer científico. Os resultados são apresentados na Tabela 3.



**Tabela 3**

*Categorização da Questão 3 do Questionário Inicial - “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?”*

<b>Categoria Inicial</b>	<b>Unidade de Significado</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Categoria Final</b>
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	“‘moldar’ a cabeça das outras pessoas de acordo com a ideia colocada ali.” (A13)	3	Perspectiva Individualista da Ciência

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Ao questionarmos sobre a diferença entre o conhecimento científico e outras formas de conhecimento, os estudantes afirmaram que a diferença está no método de validação, evidenciando que a ciência é um conhecimento sistematizado em relação a outros conhecimentos. Sobre as demais formas de conhecimento, foram abordados o socialmente construído, a partir de vivências e práticas e, o culturalmente construído a partir de crenças religiosas e pseudociência. Os resultados são apresentados na Tabela 4.



**Tabela 4**

*Categorização da Questão 4 do Questionário Inicial - “Você acredita que haja alguma diferença entre um conhecimento científico e outras formas de conhecimento? Dê um exemplo.”*

<b>Categoria Inicial</b>	<b>Unidade de Significado</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Categoria Final</b>
Conhecimento Validado pelo Método Científico	“pautado em comprovações” (A13)	8	Conhecimento sistematizado
Ciências Humanas	“existe conhecimento filosófico” (A5)	4	
Conhecimento experiencial/práxis	“pedreiro tem muito conhecimento de obra mesmo sem ter estudado tanto.” (A7)	7	Conhecimento socialmente construído
Perspectivas de Mundo	“Acredito que toda nova descoberta seja científica, sendo cientista ou não.” (A1)	4	
Crenças Religiosas	“A espiritualidade também é uma forma de conhecimento.” (A3)	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)	2	Validação do conhecimento
Experiências/vivências pessoais	“baseado em experiências pessoais.” (L1)	6	
Válido dentro de 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 (2022)



## Análise do Questionário Final

Após a aplicação do Estudo de Caso e as discussões sobre a trajetória de Lewis, além dos aspectos relacionados às ligações químicas, os estudantes responderam ao questionário final (Quadro 2). Ao serem questionados sobre a mudança da representação de cientista feita no DAST, metade dos estudantes mantiveram o desenho, reforçando possíveis estereótipos ou mesmo a influência da mídia e do próprio ensino da percepção que têm sobre a ciência e os cientistas. Já a outra metade dos estudantes, trouxe a mudança do desenho pautada em uma concepção mais humanizada, a partir do entendimento de que eles possuem problemas pessoais das mais diversas naturezas, e, também, rompendo com a percepção do fazer científico exclusivamente em laboratórios. Os resultados são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5**

*Categorização da Questão 1 do Questionário Final - “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?”*

<b>Categoria Inicial</b>	<b>Unidade de Significado</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Categoria Final</b>
Reforço dos esteriótipos	“porque de qualquer forma ainda é um cientista que faz experimentos.” (A2)	6	Visão Descontextualizada da Ciência
Influência da Mídia	“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)	6	Visão Contextualizada da Ciência

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Um comportamento social comum no Brasil é o de atribuir um caráter “sobre-humano” aos grandes cientistas. Quando questionados, os participantes afirmaram que essa visão se deve ao fato de que a atividade científica exige um alto nível intelectual e que a falta de um contato com a realidade científica os faz acreditar que não conseguiriam ter tanto esclarecimento dos fenômenos quanto os cientistas. Além disso, alguns livros didáticos atribuem créditos exclusivos a um cientista, o que remete a uma produção individualizada e não coletiva da ciência. Outros



estudantes trouxeram a ideia da responsabilidade social da atividade científica e que as transformações promovidas pela ciência impactam a população.

Por fim, ao questionarmos sobre as aprendizagens após a discussão da vida de Lewis, pudemos evidenciar questões referentes à construção da ciência, como a perspectiva mais humanizada dos cientistas e da influência sociocultural no trabalho científico. Os resultados são apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6**

*Categorização da Questão 2 do Questionário Final - “O que você aprendeu sobre a ciência e como o conhecimento científico é construído a partir do caso sobre a vida de Lewis?”*

<b>Categoria Inicial</b>	<b>Unidade de Significado</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Categoria Final</b>
Cientistas também têm Problemas Pessoais	“as pessoas estão suscetíveis a problemas pessoais.” (A2)	10	Aspectos da Construção da Ciência
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	
Importância de Lewis para a Química	“Lewis foi importante para a Química” (A1)	5	
Reconhecimento como forma de Motivação no Trabalho Científico	“suas pesquisas não tiveram o reconhecimento que ele queria na época” (A5)	4	

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

A noção de que os cientistas possuem problemas pessoais se mostrou surpreendente pela quantidade de unidades de significados identificadas nas respostas. Essa análise demonstra que esses estudantes possuíam, em geral, 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 do fazer científico. Um outro fator de aprendizagem foi a do reconhecimento como gerador de motivação para o fazer científico, já que na concepção dos estudantes, Lewis estaria cada vez menos motivado com seu trabalho científico devido às relações cultivadas na produção de suas teorias. Sua morte “precoce”, possivelmente 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 pesquisa poderia contribuir para o cenário científico da época.

Com base no exposto, consideramos que a partir do Estudo de Caso histórico da vida de Gilbert Lewis possibilitamos aos estudantes a compreensão de importantes aspectos sobre a construção do conhecimento científico, principalmente relacionados ao caráter sociocultural da ciência.



## Considerações Finais

Como considerações desse estudo, defendemos a necessidade da efetiva inserção de HFC nas salas de aula, uma vez que ainda predominam visões deformadas da ciência, atribuindo a esta uma concepção individualista e salvacionista (Auler & Delizoicov, 2001). Apresentar a trajetória de Lewis por meio do estudo de caso mostrou-se potencialmente significativo para humanizar a carreira do cientista, ao mesmo tempo, promoveu a reflexão sobre a importância do reconhecimento no fazer científico.

Além disso, os resultados nos levam a inferir sobre a importância de estudos de episódios históricos, uma vez que todas as aprendizagens elencadas pelos estudantes remetem aos aspectos da NdC discutidos por Lederman (1992). Por outro lado, é preciso considerar que apenas um estudo não é suficiente para mensurar as dificuldades de incluir visões mais contextualizadas dos conteúdos de ciências nas salas de aula do Ensino Médio brasileiro.

Como contribuição da aplicação do estudo de caso na compreensão de aspectos da NdC, os estudantes passaram a compreender que os cientistas são seres humanos e que passam por problemas pessoais que podem interferir na construção do conhecimento científico, bem como a dependência de questões históricas e socioculturais nesse processo e o reconhecimento do trabalho científico como forma de motivação.

## Contribuições dos autores

Conceptualização: Arthur Cerqueira e Jheniffer Cortez; Metodologia: Arthur Cerqueira e Jheniffer Cortez; Validação do Estudo de Caso: Matheus Carneiro e Jaime Cedran; Análise formal do Trabalho de Conclusão de Curso: Jaime Cedran, Patrícia Machado e Jheniffer Cortez; Investigação: Arthur Cerqueira; Escrita - Esboço original, Revisão & Edição: Arthur Cerqueira e Jheniffer Cortez; Supervisão: Jheniffer Cortez.

## Agradecimentos

À Universidade de Brasília, aos pesquisadores que participaram da Validação do Estudo de Caso, à banca avaliadora do Trabalho de Conclusão de Curso, aos participantes da pesquisa e à FAP-DF.

## Financiamento

A Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF) concedeu amparo financeiro à autora desse artigo para apresentação dos resultados no IX SIACTS.



## Referências

- Abd-El- Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Santos, M; Maia, P. & Justi, R (2020) Um Modelo de Ciências para Fundamentar a Introdução de Aspectos de Natureza da Ciência em Contextos de Ensino e para Analisar tais Contextos. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 20, 581–616.
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte, 3(1), 122–134.
- Brasil (2002). Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília, Secretaria de Educação Básica. *Ministério da Educação*.
- Brasil (2018). Base Nacional Comum Curricular. Brasília, *Ministério da Educação*.
- Cavalli, M. B. & Meglhioratti, F. A. (2018). A participação da mulher na ciência: um estudo da visão de estudantes por meio do teste DAST. *ACTIO: Docência em Ciências*, 3(3), 86-107.
- Cerqueira, A. V. (2022). *A história de vida de Gilbert Lewis e a natureza da Ciência: um estudo de caso para o ensino de Química*. Brasília Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química) — Universidade de Brasília. 89f.
- Chambers, D. W. (1983). Imagens estereotipadas do cientista: o teste DAST. *Science Education*, 67(2), 255–265.
- Chassot, A. I. (2017). *A ciência é masculina? É sim senhora!* 8. ed. São Leopoldo: UNISINOS.
- Coffey, P. (2008). *Cathedrals of Science: The Personalities and Rivalries that made Modern Chemistry*. Oxford University Press.
- Cortez, J. M. & Kiouranis, N. M. M. (2022) 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*, 37(118), 1 – 20.
- Ferreira, L. M. (2013). *Atomismo: um resgate histórico para o ensino de química*. Florianópolis. Dissertação - Universidade Federal de Santa Catarina. 170f.
- Filgueiras, C. A. L. (2016). Gilbert Lewis e o centenário da Teoria da Ligação por Par de Elétrons. *Química Nova*, 39(10), 1262-1268.
- Forato, T. C. de M., Pietrocola, M. & Martins, R. de A. (2011). Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(1), 27-59.
- Irzik, G. & Nola, R. (2011) A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, 20, 591-607.
- Jensen, W. (2000). Gilbert N. Lewis. *Enciclopédia Britannica*.
- Kasha, M. J. (1984) The Triplet State: an example of G. N. Lewis' Research Style. *Journal of Chemical Education*, 61(3), 204-215.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, v, 29(4), 331–359.
- Lederman, N. G. (2013). Inventing Creativity: An Exploration of the Pedagogy of Ingenuity in Science Classrooms. *School Science and Mathematics*, 113, 400-409
- Lederman, N. G. (2019). Contextualizing the Relationship Between Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry. Implications for Curriculum and Classroom Practice. *Science & Education*, 28(3-5), 249-267



- Martins, A. (2007). História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), 112-131.
- Minayo, M. C. S.; Deslandes, S. F. & Gomes, R. (2016). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis. Vozes. 95p.
- Moraes, R. & Galiazzi, M. (2016). Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação*, 12(1), 117-128.
- Moura, B. A. (2014). O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7(1), 32-46.
- Oki, M. D. A. C. M. & Moradillo, E. F. D. E. (2008). O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. *Ciência & Educação*, 14(1), 67- 88.
- Pacheco, L. (2019). *Gilbert Lewis e a delicada tessitura da teoria do par compartilhado*. Juiz de Fora. *Dissertação*. Universidade Federal de Juiz de Fora. 128f.
- Pinto & Silva (2021). Natureza da Ciência no ensino: entre a pesquisa acadêmica e as orientações oficiais para a educação básica. *Ciência e Educação*. 27.
- Porto, P. (2013). *Explorando interfaces entre a História da Ciência: Investigação de Livros Didáticos e Desenvolvimento de Estudos de Caso em História da Química*. São Paulo. *Tese*. Universidade de São Paulo. 248f.
- Pozo, J. I. & Crespo, M. A. G. (2009). *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre. 5. Artmed.
- Silva & Moura (2008). A natureza da ciência por meio do estudo de episódios históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 30(1).
- Siqueira (1999). A ciência na televisão: mito, ritual e espetáculo. São Paulo. *Anablume*.