

Concepções de Natureza da Ciência de futuros Professores de Química: reflexões a partir de um Programa de Formação orientado para a História e Filosofia da Ciência

Jheniffer Micheline Cortez¹, Neide Maria Michellan Kiouranis¹

jheniffercortez@gmail.com , nmmkiouranis@gmail.com

¹PCM/UEM, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Maringá – Paraná, Brasil

Resumo

Este estudo buscou compreender quais as concepções acerca da Natureza da Ciência são explicitadas por futuros professores de Química e como um Programa de Formação Inicial, orientado para História e Filosofia da Ciência pode influenciar nestas visões. Participaram da pesquisa seis licenciandos em química, em fase final do curso, inseridos no contexto do Estágio Supervisionado. Para constituição dos dados foram utilizados os questionários *Views of Nature of Science Questionnaire* (VNOS) de Lederman e colaboradores (2002) e *Views on Science and Education Questionnaire* (VOSE) de Chen (2006). O primeiro questionário, com 10 questões abertas, foi analisado a partir de categorias estabelecidas a priori e o segundo, composto de 15 questões fechadas com diferentes graus de concordância, foi examinado com base no cálculo do ranking médio de concordância com as afirmações. Em seguida, buscou-se classificar as concepções com base nas visões de Ciência discutidas por Cachapuz *et. al.* (2005). Foi possível identificar, por meio da análise das informações empíricas, algumas noções de que a ciência é uma construção humana e influenciada por seu contexto de produção. No entanto, algumas nuances como a importância do método científico e da experimentação, bem como a diferença entre teorias e leis ainda necessitam ser esclarecidas e aprofundadas. Pode-se ainda depreender que o Programa de Formação vivenciado pelos licenciandos contribuiu de maneira significativa para que esses futuros professores compreendessem de forma mais contextualizada, sobre a ciência e sua construção, principalmente no que se refere aos aspectos trabalhados nas atividades em sala de aula, tais como o caráter subjetivo da ciência, a proposição de modelos e a criatividade e imaginação do cientista no fazer científico.

Palavras-chave: Natureza da Ciência, Formação inicial de professores, Ensino de Química.

Concepciones de la Naturaleza de la Ciencia para los futuros profesores de química: reflexiones de un Programa de Formación guiado para la Historia y la Filosofía de la Ciencia

Resumen

Este estudio indaga comprender qué concepciones sobre la Naturaleza de la Ciencia se hacen explícitas por los futuros maestros de química y cómo un Programa de Formación inicial, orientado a la Historia y la Filosofía de la Ciencia, puede influir en estos puntos de vista. Seis graduados en química participaron en la investigación, en la fase final del curso, bajo una supervisión. Para la recopilación de datos, se utilizaron el *Views of Nature of Science Questionnaire* (VNOS) de Lederman y otros (2002) y el *Views on Science and Education Questionnaire* (VOSE) de Chen (2006). El primer cuestionario, con 10 preguntas abiertas, se analizó desde categorías a priori y el segundo, compuesto por 15 preguntas cerradas con diferentes grados de concordancia, se examinó basándose en el cálculo de la clasificación promedio de acuerdo con las afirmaciones. Luego, buscamos clasificar las concepciones basadas en los puntos de vista de la ciencia discutidos por Cachapuz *et. al.* (2005). Fue posible identificar, a través del análisis de la información empírica,

algunas nociones de que la ciencia es una construcción humana e influenciada por su contexto de producción. Sin embargo, algunos matices, como la importancia del método científico y la experimentación, así como la diferencia entre las teorías y las leyes, aún deben aclararse y profundizarse. También se puede decir que el Programa de Formación experimentado por los estudiantes universitarios contribuyó significativamente a que estos futuros maestros comprendan de una manera más contextualizada, acerca de la ciencia y su construcción, especialmente en relación con los aspectos trabajados en las diferentes actividades de aula, como el carácter subjetivo de la ciencia, la proposición de modelos y la creatividad e imaginación en el ámbito científico.

Palabras clave: Naturaleza de la ciencia, formación inicial docente, enseñanza de la química.

Conceptions of Nature of the Science of future chemistry teachers: reflections from a Training Program targeted for the History and Philosophy of Science

Abstract

This study sought to understand which conceptions about the Nature of Science are explained by future teachers of Chemistry and how an Initial Formation Program, oriented to History and Philosophy of Science can influence these visions. Six senior chemistry undergraduate students participated in the context of the Supervised Internship. In order to compile the data, we used the questionnaires “Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS)” by Lederman *et al.* (2002) and “Views on Science and Education Questionnaire (VOSE)” by Chen (2006). The first questionnaire, with 10 open questions, was analyzed from categories established a priori, and the second, composed of 15 questions with different degrees of agreement, was examined based on the calculation of the average ranking of agreement with the affirmations. Next, we sought to classify the conceptions based on the views of Science discussed by Cachapuz *et al.* (2005). It was possible to identify, through the analysis of empirical information, some notions that science is a human construct and influenced by its production context. However, some nuances such as the importance of scientific method and experimentation, as well as the difference between theories and laws still need to be clarified and in-depth. It was also possible to understand that the Formation Program experienced by the undergraduate students contributed significantly to these future teachers to understand in a more contextualized way, about science and its construction, especially with regard to the aspects worked in classroom activities, such as the subjective character of science, the proposition of models and the creativity and imagination of the scientist in the scientific making.

Keywords: Nature of Science, Initial Teacher Training, Chemistry Teaching.

Conceptions de la Nature de la Science des futurs enseignants de chimie: réflexions d'un Programme de Formation ciblé pour l'Histoire et la Philosophie de la Science

Résumé

Cette étude cherchait à comprendre quelles conceptions de la Nature de la Science étaient expliquées par les futurs professeurs de chimie et comment un Programme de Formation initiale, orienté vers l'Histoire et la Philosophie de la Science, pouvait influencer ces visions. Six diplômés en chimie ont participé à la phase finale du cours, insérée dans le contexte du stage supervisé. Afin de compiler les données, nous avons utilisé les questionnaires “Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS)” de Lederman *et al.* (2002) et “Views on Science and Education Questionnaire (VOSE)” de Chen (2006). Le premier questionnaire, comportant 10 questions ouvertes, a été analysé sur les catégories établies a priori et le deuxième, composé de 15 questions fermées avec différents degrés d'accord, a été examiné sur la base du calcul du classement moyen de l'accord avec les affirmations. Ensuite, nous avons cherché à classer les conceptions sur la base des vues de Science discutées par Cachapuz *et al.* (2005). L'analyse d'informations empiriques a permis d'identifier certaines notions selon lesquelles la science est une construction humaine et est influencée par son contexte de production. Cependant, certaines nuances telles que l'importance de la méthode scientifique et de l'expérimentation, ainsi que la différence entre les théories et les lois doivent encore être clarifiées et approfondies. Il était également possible de comprendre que le Programme de Formation expérimenté par les licenciandos contribuait de manière significative à la compréhension future par les futurs enseignants de la science et de sa construction, notamment en ce qui concerne les aspects travaillés dans les activités en classe, tels que le caractère subjectif de la science, la proposition de modèles et la créativité et l'imagination du scientifique dans le processus scientifique.

Mots clés: Nature de la science, formation initiale des enseignants, enseignement de la chimie.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, um dos grandes desafios da formação de professores é contribuir de forma significativa para que os mesmos sejam capazes de atuar criticamente com vistas a promover transformações na educação. Ao discutir sobre as necessidades formativas dos professores, Carvalho e Gil-Pérez (2011) destacam a importância de o professor conhecer a matéria a ser ensinada. Sabe-se da importância dos conhecimentos específicos, contudo, não basta apenas aprofundar essa dimensão para se tornar um “bom professor”, outros eventos são requeridos na constituição do ser professor de Química.

Dentre as necessidades formativas discutidas pelos autores, o conhecimento da História da Ciência, o seu processo de construção, os problemas que deram origem ao conhecimento científico, as dificuldades e obstáculos epistemológicos, as orientações metodológicas utilizadas na construção do conhecimento, além das relações que se estabelecem entre a ciência e o contexto social e tecnológico são aspectos essenciais no que tange ao conhecer a matéria a ser ensinada (Carvalho & Gil-Pérez, 2011). Sendo assim, discutir não apenas a Ciência, mas sobre a Ciência e seu processo de construção é muito significativo para desenvolver, tanto em estudantes quanto em professores, uma compreensão mais adequada da própria ciência.

Este estudo tem por objetivo investigar as concepções acerca da ciência e sua natureza apresentadas por futuros professores de Química e compreender como um Programa de Formação inicial, orientado para a História e Filosofia da Ciência, pode influenciar nessas concepções.

2. A NATUREZA DA CIÊNCIA

Conforme Lederman, Lederman e Antink (2013, p. 140, tradução nossa), “a expressão ‘natureza da ciência’ refere-se tipicamente à epistemologia da ciência, a ciência como forma de conhecimento ou os valores e crenças inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico”. Os autores salientam que as concepções acerca da Natureza da Ciência (NdC) vêm passando por mudanças nos últimos 100 anos, provenientes das próprias transformações que ocorreram durante o desenvolvimento científico. Nessa perspectiva, Lederman, Bartos e Lederman (2014) argumentam que a expressão mais coerente seria “natureza do conhecimento científico”, entretanto, o termo foi abreviado para “natureza da ciência”.

De acordo com Matthews (2015), William Whewell (1794 – 1866) é um dos precursores dos debates contemporâneos acerca da NdC. Whewell foi um cientista inglês, filósofo, historiador, teólogo e moralista que acreditava que a história da ciência seria fundamental para compreender a cultura científica. Em “Sobre a influência da História da Ciência sobre a educação intelectual”, no original *On the Influence of the History of Science Upon Intellectual Education*, o autor destaca a importância de discussões que hoje denominamos “natureza da ciência” na educação e considera a história da ciência nesse processo.

Após a Segunda Guerra Mundial, a NdC passou a ser considerada também no currículo de ciências. Em 1985, a Associação Americana para o Progresso da Ciência [AAAS] lançou o Projeto 2061, cujo objetivo era revisar todo o ensino de ciências na escola. Uma das considerações do projeto reside na importância de que os cursos de ciências fossem mais contextualizados, históricos, filosóficos ou reflexivos (Matthews, 1995). Segundo o autor, no relatório Ciências para todos os americanos (AAAS, 1989) há um capítulo que enfatiza a aprendizagem acerca da “natureza da ciência”

[...] e inclui discussões acerca da objetividade e mutabilidade da ciência, as possibilidades de se distinguir entre ciência e pseudo-ciência, provas científicas e suas relações com a justificativa da teoria, método científico, explicação e predição, ética, política social e organização social da ciência. Pretende-se que esses temas sejam desenvolvidos e discutidos nos cursos de ciências e que os alunos possam, ao final destes últimos, conhecer alguma coisa sobre aqueles; não se pretende de modo algum que a inclusão desses tópicos nas disciplinas de ciências provoque a substituição de seu conteúdo por HFC [história e filosofia da ciência]. (Matthews, 1995, p. 168)

Segundo Matthews (2012), essa preocupação com a inserção das questões da NdC também se deu no Reino Unido, Canadá, Turquia, Grécia, além dos Estados Unidos na década de 1980. Com isso, a pesquisa acerca da compreensão dos aspectos da NdC por parte de professores, estudantes e mesmo os cientistas, da melhor forma de inserir NdC no ensino, da relação da aprendizagem em e sobre ciência, entre outros, começam a se proliferar.

A partir de uma revisão documental sobre a NdC desenvolvida por Lederman (2007), pode-se notar que a investigação acerca das concepções de NdC constitui-se uma das linhas de investigação bem consolidada na pesquisa em ensino de ciência. Segundo o autor, o entendimento por parte de estudantes e professores acerca da NdC se configura um dos objetivos da educação científica, conforme explícito nos documentos da Associação Nacional de Professores de Ciência [NSTA] (1982) e da Associação Americana para o Progresso da Ciência [AAAS] (1989). Todavia, o autor destaca que os resultados das pesquisas nessa linha indicam que tanto professores quanto estudantes, no geral, apresentam concepções inadequadas acerca da NdC.

Nesse sentido, Teixeira, Freire Junior e El-Hani (2009), ressaltam que as concepções inadequadas de ciência frequentemente apresentadas pelos estudantes são:

ausência de compreensão sobre a natureza do conhecimento científico; compromisso com uma visão epistemológica absolutista, de acordo com a qual uma forma de conhecimento pode ser entendida como definitiva e absolutamente verdadeira; uma visão empírico-indutivista da ciência, segundo a qual o conhecimento científico

é obtido por generalização indutiva a partir de dados de observação destituídos de qualquer influência teórica e/ou subjetiva, o que asseguraria a natureza verdadeira das proposições científicas; crença na existência de um método único, que seria capaz de assegurar a verdade absoluta das afirmações científicas sobre o mundo; ausência de reconhecimento do papel da criatividade e da imaginação na produção do conhecimento científico; falta de compreensão dos conceitos metateóricos ‘fato’, ‘evidência’, ‘observação’, ‘experimentação’, ‘modelos’, ‘leis’ e ‘teorias’, bem como de suas inter-relações etc. (Teixeira, Freire Junior & El-Hani, 2009, p. 531).

Nesse sentido, são discutidas uma série de concepções consideradas simplistas acerca do trabalho científico (Gil-Pérez, Montoro, Alis, Cachapuz & Praia, 2001; Cachapuz, Gil-Pérez, Carvalho, Praia & Vilches, 2005). Segundo Cachapuz *et. al.* (2005), concepções epistemológicas inadequadas constituem-se como um dos principais obstáculos para a renovação da educação científica, podendo causar o desinteresse dos estudantes e até mesmo sua rejeição, constituindo-se como obstáculo à aprendizagem. Desse modo, os autores discutem que é essencial modificar a imagem da ciência que professores apresentam e reproduzem em suas aulas. No Quadro 1 são apresentadas sete visões consideradas deformadas acerca da ciência, conforme tais autores.

Quadro 1: Visões descontextualizadas da ciência discutidas por Cachapuz *et. al.* (2005)

Visão descontextualizada	A ciência é compreendida como uma atividade socialmente neutra, desconsiderando seu impacto no meio natural e social, bem como as influências e interesses sociais na sua construção.
Concepção individualista e elitista	A ciência é tida como uma atividade de gênios que trabalham isoladamente, além de ser considerada, predominantemente, uma atividade masculina e realizada no ambiente do laboratório.
Concepção empírico-indutivista e ateórica	A ciência é vista como fruto de observações e experimentos “neutros”, isto é, sem influência de correntes teóricas ou concepções anteriores, e desconsiderando o papel das hipóteses na construção do conhecimento.
Visão rígida, algorítmica e infalível	A ciência é interpretada como fruto de um método científico, realizado em etapas rígidas, no qual a experiência e a observação são valorizadas e com isso obtém-se resultados precisos e objetivos.
Visão aproblemática e ahistórica	A ciência é entendida como fruto de acertos e sucessos, desconsiderando os problemas que originaram o conhecimento, além de limitações sobre o conhecimento científico atual.
Visão exclusivamente analítica	A ciência é compreendida como uma forma de analisar sistematicamente a realidade na sua forma total, desconsiderando que os campos do conhecimento são analisados conforme diferentes perspectivas.
Visão acumulativa,	A ciência se desenvolve em um

de crescimento linear	processo contínuo de investigações ao longo do tempo que sempre ampliam a forma de compreender a realidade.
------------------------------	---

Autor: A autora

Muito semelhante a estas concepções amplamente discutidas no ensino de ciências, Gil-Pérez *et. al.* (2001) destacam algumas características de uma imagem deformada do trabalho científico. Além disso, os autores ainda salientam algumas características essenciais do trabalho científico, tais como: 1) a recusa a um método científico rígido, como um conjunto de etapas a serem seguidas que irão produzir um resultado exato; 2) a recusa do empirismo como uma forma de observação neutra e sem influência de concepções teóricas; 3) considera o papel da investigação, das hipóteses e dos modelos na construção do conhecimento científico; 4) busca pela coerência global e o rigor por meio da dúvida sistemática dos resultados obtidos e da revisão contínua dos mesmos; e por fim 5) considera o caráter social da ciência como uma atividade humana inserida em determinado contexto histórico, político, econômico e social.

Lederman, Lederman e Antink (2013) argumentam que embora haja alguns desacordos acerca da definição sobre NdC entre filósofos, historiadores e educadores em ciências, existe um nível de generalizações:

Entre as características do empreendimento científico que correspondem a esse nível de generalidade, está o fato de o conhecimento científico ser experimental (sujeito a mudanças), empírico (baseado e/ou derivado de observações do mundo natural), subjetivo (carregado de teoria), envolve necessariamente inferência humana, imaginação e criatividade (envolve a invenção de explicações), e é social e culturalmente incorporado. Dois aspectos importantes adicionais são a distinção entre observações e inferências, e as funções e relações entre teorias científicas e leis. (Lederman, Lederman & Antink, 2013, p. 140)

Lederman (1992, 2007) discute que a NdC remete às questões epistemológicas da ciência e aos valores e crenças inerentes ao seu desenvolvimento. Nessa perspectiva, Lederman, Bartos e Lederman (2014) reafirmam alguns aspectos da NdC para orientar o ensino sobre a ciência, conforme apresentado no Quadro 2, que constituem as visões ‘consensuais’ da NdC. Segundo o autor, as características da chamada visão “consensual” da NdC constituem aspectos em que os estudantes devem aprender e que embora existam outras listagens, com algumas variações, o objetivo “[...] não é enfatizar uma listagem versus outra, mas fornecer um quadro de referência que ajuda a delinear a NdC a partir da investigação científica (e processos da ciência) e o corpo resultante do conhecimento” (Lederman, 2007, p. 833, tradução nossa).

Quadro 2: Aspectos da Natureza da Ciência discutidos por Lederman, Bartos e Lederman (2014)

Diferenças entre observações e inferência	Observações são “diretamente” percebidas pelos sentidos e quando há um número grande de observadores, é relativamente fácil que todos cheguem a
--	---

	um consenso sobre o que se observa. Inferência não é “diretamente” acessível pelos sentidos e cada observador pode realizar um tipo de inferência.
Diferenças entre teorias e leis	Leis e teorias configuram-se diferentes tipos de conhecimentos que não podem se transformar um no outro. Leis são descrições das relações dos fenômenos e teorias são explicações inferidas a partir de fenômenos.
Natureza empírica do conhecimento científico	O conhecimento científico é, mesmo que parcialmente, baseado nas observações do mundo natural, mas também envolve a criatividade e a imaginação dos seres humanos.
Subjetividade do conhecimento científico	Inúmeros fatores, como crenças, conhecimentos prévios, expectativas, compromissos teóricos, etc., constituem uma mentalidade, coletiva ou individual, que afeta como os cientistas conduzem as investigações, inclusive fenômenos que podem observar ou não, bem como as interpretações dadas às observações.
Ciência como empreendimento humano influenciado pela cultura	Como empreendimento humano, a ciência influencia e também é influenciada pelo contexto na qual está inserida, tais como a sociedade, política, economia, filosofia, religião e as demais esferas intelectuais da cultura
Mutabilidade do conhecimento científico	Não pode atribuir um caráter absoluto ou “comprovado” ao conhecimento científico. As teorias e leis que constituem o conhecimento estão sujeitos a mudanças, tanto por meio de novas evidências quanto pela reinterpretação de antigas evidências à luz de uma perspectiva diferente.

Autor: A autora

Irzik e Nola (2011) e Matthews (2012) apresentaram críticas quanto ao programa de Lederman e seus colaboradores por se tratar de uma visão muito fechada acerca da NdC. Irzik e Nola (2011) discutem que os aspectos consensuais, embora muito adotados pelos educadores em ciências, tratam somente as características da ciência sobre as quais existe amplo consenso. Assim, compreender e ensinar NdC a partir das visões consensuais, segundo os autores, seria discutir somente os aspectos menos controversos da mesma. No entanto, consideram também que a compreensão do empreendimento científico a partir das visões consensuais é relevante e acessível aos estudantes da etapa final da educação básica e universitários. Os autores defendem o que se chama “semelhança familiar”, destacando as semelhanças e diferenças entre os inúmeros campos científicos, no que se refere à suas atividades, objetivos e valores, metodologias e produtos.

Em contrapartida, Lederman e Lederman (2014) discutem que as listas criticadas não constituem aspectos que devam ser memorizados pelos alunos, mas sua utilidade reside no fato de atuarem como guia que ajuda a resumir entendimentos muito mais profundos acerca da ciência. Além disso, os autores destacam que enquanto se discute os problemas acerca das definições de NdC, as suas implicações na educação científica estão desaparecendo e o desafio mais evidente é formar professores capazes de incluir discussões acerca da NdC em sala de aula.

REIEC Año 2019 Nro. 14 Mes Diciembre
Recepción: 24/07/2019

Concordamos com os autores, especialmente, quando afirmam que as características discutidas no Quadro 2 são importantes para nortear o ensino de e sobre ciência, de modo que os chamados aspectos ‘consensuais’ da NdC se tornem norteadores das discussões realizadas em sala de aula acerca da ciência e seu processo de construção. Nesse sentido, Moura (2014, p. 37) destaca que “estudar a Natureza da Ciência significa compreender como o homem constrói o conhecimento científico em cada contexto e em cada época, tendo como base suas concepções filosóficas, ideológicas e metodológicas”.

Segundo Lederman (2007), embora não exista uma concordância no que se configura, de fato, a NdC, os aspectos a esta pertinentes tem sido objeto de pesquisa internacional nos últimos 50 anos. A partir da revisão de Lederman (2007), apresentaremos os dois principais focos da pesquisa em NdC, o primeiro relacionado às concepções apresentadas por estudantes e professores e o segundo relacionado ao processo de ensino e aprendizagem de NdC.

No que se refere à investigação de concepções acerca da NdC apresentadas pelos estudantes, o autor salienta que foi utilizado uma ampla variedade de instrumentos para compreender essas visões e que os alunos não possuem concepções adequadas da ciência. Consequentemente, os pesquisadores voltaram sua atenção para o ensino e às concepções dos professores acerca da NdC. Os estudos indicaram que nem estudantes e nem professores apresentavam uma visão que se considerava adequada e a atenção voltou-se para avaliar se o impacto das visões dos professores causava mudanças nas concepções dos alunos (LEDERMAN, 2007).

Conforme o autor, inicialmente, a pesquisa voltou-se então para a inserção de NdC nos currículos e matérias didáticos, acreditando-se que as concepções dos estudantes melhorariam a partir dessas ações. No entanto, os estudos indicavam que o professor é uma variável significativa nesse processo. Desse modo, as pesquisas que buscavam transformar as concepções dos professores se deram a partir de duas abordagens: na primeira acreditava-se que a compreensão de NdC fosse resultado da aprendizagem dos conhecimentos científicos que enfatiza o fazer científico (abordagem implícita); na segunda utilizou-se a história e filosofia da ciência para discutir as questões da NdC (abordagem explícita).

A partir desses estudos iniciais conclui-se que os professores não apresentam concepções adequadas acerca da NdC e que as abordagens explícitas que incluíam discussões históricas acerca do conhecimento científico obtiveram bons resultados na melhoria das concepções apresentadas pelos professores. Partindo desses pressupostos, supôs-se que as concepções apresentadas pelos professores poderiam influenciar as concepções dos alunos, bem como a influência das concepções dos professores no seu comportamento e o ambiente de sala de aula (LEDERMAN, 2007).

Nesse ponto, o autor destaca que embora compreenda-se que é fundamental que o professor apresente conhecimento adequado acerca da NdC para ensinar esses aspectos, a

transposição do saber para a prática docente envolve um conjunto de fatores que são complexos, dentre os quais podem destacar-se as restrições curriculares, as políticas administrativas e o contexto de ensino.

Diante desse contexto, neste estudo desenvolveu-se no âmbito da formação inicial de professores de química, um Programa de Formação voltado à História e Filosofia da Ciência com objetivo de promover a compreensão da NdC e sua influência na prática pedagógica. No contexto maior de investigação, nosso problema de pesquisa é descrito pela questão: De que maneira um Programa de Formação Inicial voltado à Natureza da Ciência e História e Filosofia da Ciência influencia as concepções de ciência e a prática pedagógica de licenciandos em química? Nesse artigo, centramos nosso olhar nas concepções de NdC apresentadas pelos participantes da pesquisa.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa, de natureza qualitativa, pauta-se nos pressupostos de Minayo e Gomes (2012) e Yin (2016), que a consideram uma atividade que tenciona compreender a realidade partilhada, de modo a conferir significado aos aspectos subjetivos do contexto de vida dos indivíduos pesquisados, os quais não podem ser quantificados.

A pesquisa tem como contexto uma Universidade Pública do Estado do Paraná - Brasil, em um curso de Licenciatura em Química, no âmbito do componente curricular de Estágio Supervisionado II. Constituem-se como sujeitos, nesta investigação, seis licenciandos matriculados no quarto ano do curso, sendo três deles do sexo masculino e três do sexo feminino. Com a intenção de preservar as identidades dos licenciandos fez-se o seguinte processo de codificação: a cada licenciando é atribuída a letra "A" acrescida de um numeral, sendo os códigos, respectivamente estruturados da seguinte forma: A1, A2,...A9. O universo de estudantes matriculados no Estágio Supervisionado II é de nove sujeitos, que constituem os participantes da pesquisa realizada durante um período e contexto de investigação mais ampla. Nesse recorte, nosso olhar se dá para as concepções de NdC apresentadas pelos licenciandos em diferentes momentos de investigação. Dessa forma, os sujeitos A1, A7 e A9 participaram parcialmente das atividades e não foi possível analisar de forma significativa suas concepções, desse modo, o número de sujeitos desse recorte de investigação é de seis licenciandos.

A pesquisa, realizada no contexto do doutorado com base nos pressupostos da pesquisa-ação, configura-se em um Programa de Formação Inicial de Professores de Química com carga horária equivalente à do componente curricular Estágio Supervisionado II, 136 horas/aula, distribuídas no decorrer de um ano letivo. O desenvolvimento do referido programa se dá em dois ambientes distintos: a Universidade onde se realizam os estudos teórico-metodológicos, o planejamento e sua validação, sob carga horária de 96 horas/aula; e a Escola da Educação Básica campo de estágio onde o planejamento é desenvolvido, no total de 40 horas/aula.

O contexto de realização do Estágio se mostra favorável ao desenvolvimento deste estudo, visto que, inseridos no contexto de regência no Estágio, os licenciandos encontram-se mais bem capacitados para se envolverem nas ações de planejamento, tomando decisões e participando de todo processo que envolve a condução de uma aula de Química. Neste momento, solicita-se dos licenciandos (futuros professores), o exercício da autonomia, na perspectiva de colocar em prática propostas que visam promover mudanças no processo de ensino e de aprendizagem.

Além disso, vale destacar que a presente pesquisa representa uma continuidade do estudo desenvolvido no contexto do mestrado, que foi realizada no ano de ingresso desses sujeitos no curso de Licenciatura em Química, sendo que sete dos nove participantes dessa etapa, participaram da pesquisa em nível de mestrado. Nesta primeira investigação buscou-se compreender as concepções e obstáculos epistemológicos acerca do conceito de átomo, pautados na epistemologia de Gaston Bachelard. A partir dos resultados, buscou-se alternativas para contribuir para o ensino do conceito de átomo, considerando a perspectiva histórica e filosófica da ciência.

Dessa forma, o Programa de Formação desenvolvido compreende quatro etapas. Na primeira delas, realiza-se as discussões teóricas pertinentes aos aspectos da NdC e a História e Filosofia da Ciência, no que tange ao conceito de átomo; bem como as ações voltadas ao ato de planejar. Na etapa subsequente, dá-se o planejamento de uma Sequência Didática de 10 horas-aula, pautada nos aspectos discutidos anteriormente, objetivando sua implementação com alunos do primeiro ano do Ensino Médio. A terceira etapa compreende as atividades desenvolvidas na Escola campo de estágio, que incluem: observação, participação e regência de aulas. Sendo assim, a Sequência Didática foi implementada no período da regência. Por fim, na quarta e última etapa, são realizadas as reflexões acerca de todo o processo vivenciado no programa formativo, a partir de diversos instrumentos, dentre os quais o portfólio, que retrata todo o processo vivenciado pelos licenciandos.

Dentre as ações significativas realizadas no Programa de Formação está o planejamento e a implementação no contexto da Educação Básica, de uma Sequência Didática com 10 horas-aula acerca do conceito de modelo atômico em uma perspectiva histórico-filosófica. Acreditamos que essas etapas são fundamentais para que os licenciandos possam refletir sobre a ciência e seu desenvolvimento, impactando em suas concepções acerca da NdC. Após a discussão do contexto histórico da proposição dos principais modelos discutidos na Educação Básica, opta-se coletivamente e com a participação dos professores da Educação Básica, discutir sobre a proposição do modelo atômico de Rutherford. Assim, são elaboradas as atividades de acordo com o objetivo de discutir NdC por meio de uma abordagem histórica. Entre os aspectos de NdC que foram enfatizados no planejamento, estão o papel dos modelos nas ciências, o processo de proposição de um modelo teórico a partir de evidências experimentais, a imutabilidade do conhecimento científico, bem como a criatividade e o trabalho coletivo na ciência. No Quadro 3

são apresentadas resumidamente as atividades e objetivo de cada aula da Sequência Didática (SD).

Quadro 3: Apresentação da estrutura básica da SD elaborada pelos licenciandos e implementada na Educação Básica

Aula	Atividade	Objetivo
1	Aplicação do pré-teste	Investigar as concepções prévias acerca dos modelos atômicos e da ciência
2	Os modelos na ciência: O que tem nessa caixa?	Problematizar o conceito de modelo e seu processo de construção na ciência
3	Viagem pelo tempo: o átomo por mais de 20 séculos	Debater sobre o desenvolvimento histórico da constituição da matéria, desde os gregos até Thomson
4	Eu, cientista? Investigando evidências experimentais	Problematizar o papel do experimento na construção do conhecimento científico por meio de um software
5	O que as evidências me dizem? Propondo um modelo científico	Discutir os aspectos históricos envolvidos na descoberta da radioatividade e propor uma solução para o problema apresentado em um Estudo de Caso
6	Defendendo nosso modelo com unhas e dentes	Problematizar o processo de construção de um modelo
7	E os modelos da ciência? Como são?	Retomar os aspectos voltados à estrutura atômica e NdC e discutir o conceito de radioatividade
8a	Aplicação do Pós-teste	Avaliar a compreensão dos estudantes a partir da SD
8b	Entrega do trabalho: Eu, artista? O desenvolvimento do modelo atômico de Rutherford	Avaliar a compreensão da história do modelo atômico de Rutherford
9	Aula de revisão	Realizar um feedback das atividades
10	Eu, jornalista? O desenvolvimento modelo atômico de Rutherford	Avaliar o conhecimento construído a partir das atividades desenvolvidas na SD por meio de um jornal

Autor: A autora

Durante o processo de desenvolvimento do Programa Formativo, vários instrumentos para constituição dos dados são utilizados, tais como questionários, planejamentos, diário do pesquisador, diário de aula dos sujeitos que participaram da investigação, gravação das aulas realizadas na Escola, além do portfólio como instrumento avaliativo do processo. Neste estudo, a análise centra-se nas respostas fornecidas pelos licenciandos aos questionários: *Views of Nature of Science Questionnaire* – VNOS-C (Questionário de Visões sobre a Natureza da Ciência) de Lederman e colaboradores (2002) e *Views on Science and Education Questionnaire* - VOSE (Questionário sobre Visões de Ciência e Educação) de Chen (2006), que investigam concepções de NdC. Com esse recorte, objetivou-se identificar as visões de NdC apresentadas antes e depois da vivência do Programa Formativo.

Um resgate histórico dos estudos em NdC realizado por Moura (2014) indica que os questionários VNOS-C de Lederman e colaboradores (2002) e VOSE de Chen (2006) estão entre os instrumentos utilizados no âmbito internacional, bem como na pesquisa acadêmica brasileira, para investigar concepções de NdC. O questionário VNOS-C é composto de 10 questões abertas que investigam sobre a ciência, os experimentos, a influência da sociedade no trabalho científico, entre outras questões acerca da NdC. Já o VOSE, é composto por 15 questões ou afirmações, nas quais os respondentes devem indicar o grau de concordância com as mesmas. Além de discutir sobre aspectos da NdC, esse instrumento questiona sobre a sua relação com o ensino.

Lederman (2007) destaca que o questionário VNOS tem cinco versões, A, B, C, D, E. A versão original, de 1990, VNOS-A foi adaptada para diferentes propósitos. As versões B e C foram ampliações e demandam maior tempo para aplicação (cerca de 90 minutos), o que pode inviabilizar sua aplicação no tempo regular de uma aula. Sendo assim, a forma D foi reduzida para contemplar o tempo de uma aula e a forma E foi desenvolvida para alunos das séries iniciais da escolaridade, inclusive pode ser utilizado com alunos que ainda não sabem escrever na forma de entrevista.

Considerando que o questionário VNOS-C é o mais abrangente em termos dos aspectos que investiga e um dos mais utilizados nos estudos nacionais e internacionais, optou-se pelo uso desse instrumento. Além disso, o fato de possuir questões abertas possibilita que os estudantes expressem mais livremente suas opiniões acerca dos aspectos discutidos.

Como forma de complementação e comparação às respostas obtidas no VNOS-C, optou-se por utilizar também o questionário VOSE, que faz uso da escala likert, na qual são apresentadas questões ou afirmativas e os estudantes indicam o grau de concordância com as mesmas. Segundo Chen (2006), o formato e o conteúdo do questionário VOSE representam uma melhoria em relação ao questionário VNOS. Além disso, necessita de menor tempo de aplicação. Acreditamos que o fato dos questionários VNOS-C e VOSE investigar aspectos semelhantes é importante, dessa forma um instrumento complementa o outro de modo a obter melhores compreensão acerca da NdC.

Além disso, Durbano e Prestes (2013) compararam os dois instrumentos, VNOS-C e VOSE. Em termos de tempo de aplicação, tanto o questionário VNOS-C quanto o VOSE necessitam entre 20 e 50 minutos. Desse modo, são selecionados estes dois instrumentos para coleta de dados na pesquisa, de modo que seja possível comparar aspectos semelhantes em dois instrumentos diferentes, possibilitando melhor compreensão das concepções de NdC dos licenciandos.

Para análise dos dados, são estabelecidas categorias *a priori*, partindo das concepções de NdC discutidas por Cachapuz *et. al.* (2005), conforme apresentado no Quadro 4. Seleciona-se tais visões a partir das principais limitações encontradas hoje na literatura, quando à compreensão da

ciência. Na construção das categorias, identificamos em cada uma dessas visões, qual aspecto acerca da construção da ciência é importante considerar, como por exemplo, o contexto, o cientista, o experimento, e assim por diante.

Quadro 4: Elaboração das categorias a partir das visões discutidas por Cachapuz *et. al.* (2005)

Visões discutidas pelos autores	Categoria
Visão descontextualizada	Papel do contexto na construção da ciência
Concepção individualista e elitista	Papel do cientista na construção da ciência
Visão empírico-indutivista e ateuística	Papel do experimento na construção da ciência
Visão rígida, algorítmica e infalível	Papel do método científico na construção da ciência
Concepção aproblemática e ahistórica	Papel dos problemas de investigação na construção da ciência
Visão exclusivamente analítica	Papel das hipóteses e modelos na construção da ciência
Concepção acumulativa, de crescimento linear	Papel das continuidades e descontinuidades na construção da ciência

Autor: A autora

Para a análise, o questionário VNOS-C é transcrito e as respostas, posteriormente, classificadas conforme as categorias destacadas no Quadro 3. Já para estudo do questionário VOSE é realizado o cálculo de ranking médio de respostas, conforme Oliveira (2005), indicando o grau de concordância dos licenciandos com diferentes aspectos da NdC. Um valor de ranking médio (RM) abaixo de 3 significa que há discordância com a afirmação, acima de 3 significa que há concordância e igual a três que é indiferente. Sendo assim, busca-se identificar as visões de ciência apresentadas em ambos os instrumentos.

A partir da análise dos instrumentos e das visões de ciência já discutidas na literatura, apresentaremos cada categoria e como os licenciandos compreendem os diferentes aspectos na NdC investigados. As respostas para as questões abertas são codificadas conforme o sujeito, caracterizado pela letra A seguido de um código numérico, bem como do questionário (VNOS-C) e a questão, caracterizado pela letra Q seguido de um código numérico referente à pergunta. Para identificar se a resposta é do questionário aplicado no pré-teste utilizaremos a letra *i* e o questionário pós-teste como *f*. Por exemplo, o código A1 – VNOS-C, Q1*i*, refere à resposta do licenciando A1 à primeira questão do questionário VNOS-C aplicado no pré-teste.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das categorias apresentadas no Quadro 3, apresentaremos os resultados e discussões pertinentes a cada uma delas. No caso de discussões semelhantes, como a discussão acerca do experimento e o método científico; e a dos modelos, problemas de investigação e hipóteses, as categorias foram discutidas em conjunto, visto que são aspectos que possuem estreita relação.

4.1. Papel do contexto na construção da ciência

Segundo Cachapuz *et. al.* (2005), em uma visão descontextualizada da ciência, esta é considerada uma atividade socialmente neutra, desconsiderando todas as dimensões da atividade científica e seu impacto no meio natural e social, bem como os interesses e influências sociais em seu desenvolvimento. Nesse sentido, Lederman (2007) destaca a importância de compreender que os cientistas são seres humanos produtos de uma cultura e a ciência, como empreendimento humano, está inserida no contexto de uma cultura maior. Conforme o autor, “a ciência afeta e é afetada pelos vários elementos e esferas intelectuais da cultura em que está inserida. Esses elementos incluem, mas não se limitam ao contexto social, estruturas de poder, política, fatores socioeconômicos, filosofia e religião” (Lederman, 2007, p. 834, tradução nossa).

Com relação à ciência ser uma atividade humana inserida em um contexto, é possível observar alguns aspectos nas concepções dos licenciandos, conforme expostos no Quadro 5, destacados das questões 1 e 10 do questionário VNOS-C.

Quadro 5: Respostas que indicam que a ciência está inserida em um contexto

A2 – VNOS-C, Q1*i*: *Ciência é uma tentativa humana de explicar fenômenos da natureza e da sociedade. E também, buscando melhorias para viver (desenvolvimento de medicamentos, conforto, etc.).*

A3 – VNOS-C, Q10*i*: *Acredito que os valores sociais e culturais influenciam sim a ciência. A ciência corriqueiramente estuda e investiga formas de criar e solucionar fenômenos que afetam a sociedade.*

A5 – VNOS-C, Q1*i*: *Acredito que Ciência seja um reflexo das indagações do Homem a respeito da natureza. Ciência é uma dialogia da ação humana (digo isso para deixar claro que ciência não é algo de deuses ou gênios), que assume um caráter verossímil em sua essência, ou seja, ciência é oscilante, buscar explicar uma “verdade” a respeito dos fenômenos, ações e estrutura social de tudo que está a nossa volta, em decorrência da visão e necessidade da sociedade como um todo. Acredito fielmente que a ciência surge e se concretiza a partir das perguntas do homem em relação ao mundo.*

A8 – VNOS-C, Q10*i*: *Acredito que sim, depende muito do lugar em que se vive, os valores culturais e sociais não são iguais no mundo todo, nem em pessoas que vivem em um mesmo lugar. Isso influencia como essa pessoa será e no que ela pensa, acarretando em seu modo de pensar e fazer ciência.*

A4 – VNOS-C, Q10*f*: *Acredito que a ciência é baseada nos valores sociais e culturais por ser fruto de observações e interpretações. O sujeito que exerce essas ações, é embasado por fatores socialmente construídos.*

A6 – VNOS-C, Q1*f*: *É da natureza humana buscar respostas sobre aquilo que o intriga e o rodeia; dessa forma, a ciência é a tentativa do homem de desvendar os mistérios do universo e que ele contém.*

A6 – VNOS-C, Q10*f*: *Penso que a ciência deveria ser universal entretanto, como criação humana, contém a influência do meio social na qual o indivíduo está inserido e é controlada pelo sistema econômico (e político) do país.*

Autor: A autora

Todos os sujeitos investigados já apresentavam inicialmente, alguma noção referente ao caráter humano do empreendimento científico, isso fica evidente nos trechos destacados de A2, A3, A5 e A8. Já nas respostas de A4 e A6 nota-se que houve melhor compreensão ao final acerca desse aspecto, conforme observados nos trechos destacados no Quadro 5.

Não obstante, observa-se uma perspectiva salvacionista atribuída a ciência, mesmo após vivenciar o Programa de Formação. Conforme Auler e Delizoivoc (2006), a compreensão de ciência na perspectiva tradicional de crescimento linear é pautada, além de outros aspectos, na noção de que a ciência e a tecnologia são capazes de resolver todos os problemas existentes e os que vierem a surgir, noção que os autores denominam perspectiva salvacionista da ciência. Essa noção pode ser observada nos seguintes trechos: *“As necessidades da sociedade podem contribuir significativamente para o avanço da ciência e tecnologia, como por exemplo a descoberta de novos medicamentos.”* (A3 - VNOS-C, Q10f) e *“Não muito distante, podemos ver aqui no Brasil os estudos sobre a Zica Vírus. As perguntas surgiram de problemas enfrentados por uma sociedade, e a ciência procurou respostas e explicações para essa problemática. O Impacto foi de caráter social.”* (A5 - VNOS-C, Q10f).

Porém, ainda é possível perceber que os estudantes A6 e A8 apresentam uma visão mais crítica acerca dessa influência, tais como destacados nos seguintes trechos: *“É controlado pelo sistema econômico no que se refere aos recursos financeiros disponibilizados à pesquisa; ou quando uma fármaco é capaz de curar o câncer, por exemplo, e sua venda é proibida porque a indústria lucra mais comercializando longos tratamentos.”* (A6 - VNOS-C, Q10f) e *“[...] como vimos nas aulas, a ciência não avançou muito na Idade Média, onde predominava o poder da igreja.”* (A8 - VNOS-C, Q10f).

Nesse sentido, Auler e Delizoicov (2006, p. 343) destacam que “o desenvolvimento científico-tecnológico não pode ser considerado um processo neutro que deixa intactas as estruturas sociais sobre as quais atua”, assim ao relatar outras esferas sociais como a política, economia e religião, A6 e A8 compreendem as complexas relações da atividade científica. Os autores discutem o exemplo da fome, salientando que a ciência e a tecnologia podem interferir na produção, mas não na distribuição dos alimentos.

A compreensão da influência do contexto na construção da ciência também foi evidente nas respostas ao questionário VOSE, para seguinte questão: Investigações científicas são influenciadas por valores socioculturais (por exemplo, as tendências atuais, os valores)?

Quadro 6: Ranking médio das respostas dadas à segunda questão do questionário VOSE

AFIRMATIVAS	FASE	RM
A: Sim, os valores socioculturais influenciam a direção e os temas das investigações científicas.	Inicial	4,17
	Final	4,50
B: Sim, porque os cientistas que participam na investigação científica são	Inicial	4,00
	Final	4,33

influenciados por valores socioculturais.		
C: Não, cientistas com um bom treinamento ficarão livres quando da realização da pesquisa.	Inicial	1,33
	Final	1,83
D: Não, porque a ciência exige objetividade, que é contrária à subjetividade dos valores socioculturais.	Inicial	2,17
	Final	1,67

Autor: A autora

Os estudantes concordam com as afirmações A e B e ao final passam a concordar mais fortemente, além disso, discordam das afirmações C e D, e ao final discordam menos com a afirmativa C e mais com a afirmativa D. Portanto, acreditam que a ciência é influenciada pelos valores socioculturais e pelos cientistas que irão realizar a investigação, bem como compreendem o caráter subjetivo mesmo da ciência dita como exata. Na pesquisa de Durbano (2012), observa-se resultados semelhantes com relação as afirmativas A, B e D, entretanto, na afirmativa C, enquanto houve diminuição de RM na pesquisa mencionada, nossos resultados indicaram aumento no valor de RM, sinalizando que os alunos, mesmo ainda discordando da afirmação, passam a considerar mais que um bom treinamento pode diluir a influência do contexto.

Dessa forma, pode-se depreender que embora não seja totalmente compreendido por todos os estudantes, é possível notar que os licenciandos compreendem, com algumas limitações, o papel do contexto na construção da ciência, a influência da natureza política, econômica e social e o impacto na ciência na vida das pessoas, e que, como atividade humana, também é influenciada pelos interesses e pelas relações de poder. Dentre as limitações destacam-se uma noção um tanto quanto ingênua acerca da potencialidade na ciência em resolver problemas (perspectiva salvacionista) e possibilidade de diminuir influências do contexto na construção da ciência a partir de um treinamento adequado.

4.2. Papel do cientista na construção da ciência

Conforme discutido por Cachapuz *et. al.* (2005), uma concepção descontextualizada leva a uma noção elitista e individualista da ciência, que desqualifica o trabalho coletivo da ciência e reservado a uma minoria. Nas palavras dos autores, “a imagem individualista e elitista do cientista traduz-se em iconografias que representam o *homem* da bata branca no seu inacessível laboratório, repleto de estranhos instrumentos (Cachapuz *et. al.*, 2005, p. 44, grifo dos autores). Desse modo, faz-se necessário compreender o papel do cientista na construção da ciência. Lederman (2007) destaca que correntes teóricas, crenças, experiências, formação e expectativas do cientista influenciam no seu trabalho, formando uma mentalidade, individual ou coletiva, que caracteriza a subjetividade do conhecimento científico. Fourez (1995) destaca o aspecto não-individualista e não-elitista da ciência:

A comunidade científica se estrutura parcialmente, como vimos, por interesses determinados pelas organizações sociais às quais ela se alia, e pelas estruturas econômicas necessárias a seu funcionamento. Ela não é o grupo “neutro e desinteressado” que por vezes ela imagina ser. A

maneira de pensar da maior parte dos cientistas será influenciada pelo seu lugar social de origem (Fourez, 1995, p. 99).

Com relação à imagem do fazer científico numa perspectiva não-individualista e não-elitista, há apenas alguns indícios nas respostas obtidas no questionário, conforme apresentado no Quadro 7.

Quadro 7: Respostas que evidenciam o caráter não-individualista e não-elitista da ciência

A5 – VNOS-C, Q1i: *Ciência é uma dialogia da ação humana (digo isso para deixar claro que ciência não é algo de deuses ou gênios), que assume um caráter verossímil em sua essência.*

A5 – VNOS-C, Q1f: *Como instrumento de explicação, acredito que a ciência passa a ser considerada como tal, a partir de um método crítico determinado por um grupo de pessoas (homens) e que passa a ser aceita.*

A5 – VNOS-C, Q3f: *Se analisarmos cálculos Quânticos, as explicações são muitas vezes oriundas de generalização e imaginação de um grupo, mas que de certa forma consegue explicar.*

A5 – VNOS-C, Q8f: *Por que a Ciência é feita por homens, e as conclusões de um dado evento podem ser diferentes. A teoria que fundamenta um grupo, pode não fundamentar o outro. Isso é normal na ciência em construção.*

Autor: A autora

A partir das respostas observadas no quadro, observa-se que A5 apresenta uma noção de não-individualista e não-elitista da ciência. Este sujeito explicita claramente esse aspecto em vários momentos, no entanto, enquanto inicialmente destaca apenas o caráter não-elitista, ao final enfatiza também o caráter não-individualista. Já os outros estudantes não explicitam claramente que compreendem o caráter não-individualista e não-elitista da ciência, no entanto, também não foi identificada nenhuma afirmação que caracteriza a ciência como elitista ou individualista.

Conforme já indicado no Quadro 5, em vários momentos caracterizam apenas como uma atividade humana, sem descrever precisamente o não-individualismo e não-elitismo do fazer científico, como também pode-se destacar na seguinte afirmação: “Como o cientista é um ser humano seus valores e crenças são levados em conta no desenvolvimento da ciência” (A2 - VNOS-C, Q10f). Tais concepções estão de acordo com Fourez (1995) ao discutir que a comunidade científica faz parte do método científico, nas palavras do autor: “o método de produção da ciência passa, portanto, pelos processos sociais que permitem a constituição de equipes estáveis e eficazes; [...] a ciência aparece como um processo humano, feito por humanos, para humanos e com humanos” (Fourez, 1995, p. 95).

Acerca desse aspecto, também se pode discutir sobre o papel da criatividade e imaginação dos cientistas na construção da ciência, conforme a seguinte pergunta do questionário VOSE: Quando os cientistas estão conduzindo a investigação científica, eles vão usar a imaginação? Os valores de RM estão apresentados no Quadro 8.

Quadro 8: Ranking médio das respostas dadas à terceira questão do questionário VOSE

AFIRMATIVAS	FASE	RM
A: Sim, a imaginação é a principal fonte de inovação.	Inicial	3,83
	Final	4,00
B: Sim, os cientistas usam a sua imaginação mais ou menos na investigação científica.	Inicial	3,33
	Final	3,33
C: Não, a imaginação não é coerente com os princípios lógicos da ciência.	Inicial	2,00
	Final	1,67
D: Não, a imaginação pode se tornar um meio para um cientista provar seu ponto de vista a todo custo.	Inicial	2,17
	Final	1,83
E: Não, a imaginação não tem confiabilidade.	Inicial	2,50
	Final	1,67

Autor: A autora

É possível notar que com relação a afirmativa A, os licenciandos já concordavam e passaram a concordar mais, a afirmativa B manteve-se da mesma maneira, com um leve grau de concordância e nas afirmativas C, D, E discordaram e passaram a discordar mais fortemente ao final, indicando que reconhecem o papel da imaginação na construção da ciência. Além disso, o fato no valor de RM aumentar em A e diminuir consideravelmente em C, D, E, denota a importância das discussões realizadas no Programa Formativo acerca desse aspecto.

Uma das atividades planejada pelos licenciandos para ser desenvolvida na Sequência Didática pode ter contribuído significativamente para tais resultados, visto que foi solicitado aos estudantes da Educação Básica que propusessem um modelo atômico a partir de algumas evidências experimentais, conforme já apresentado na estrutura da SD no Quadro 3. Nessa atividade, os licenciandos apenas discutiam as conclusões do cientista após os grupos proporem e apresentarem um modelo atômico a partir das evidências experimentais coletadas a partir de um software educacional. Desse modo, era necessário a utilização da criatividade e imaginação por parte dos alunos para a proposição do modelo. A partir dessa atividade, fica evidente a importância da imaginação e criatividade do cientista no processo de construção do conhecimento científico.

No questionário VNOS-C, todos os licenciandos reconheceram o papel da criatividade e imaginação dos cientistas na construção do conhecimento científico, conforme os trechos apresentados a seguir:

Quadro 9: Respostas que evidenciam o uso da criatividade e imaginação do cientista na construção da ciência

A2 – VNOS-C, Q9f: *Eles usam sua criatividade a todo desenvolvimento da pesquisa pois a cada nova evidencia coletada, necessita-se uma suposição para explicar o motivo pelo qual aquilo ocorreu. Durante o projeto e planejamento, os cientistas precisam da criatividade para pensar em como fará para obter os dados que ele necessita para responder à pergunta, ele deve se perguntar o motivo pelo qual não foi possível responder.*

A5 – VNOS-C, Q9f: *Acredito que os cientistas empregam sua imaginação para explicar eventos, porque muitas vezes não é possível ver a estrutura mínima, então é necessário a imaginação. A exemplo tem-se os modelos atômicos que são representações de algo não palpável, onde os cientistas empregam a sua imaginação para propor uma estrutura, apenas com evidências macroscópicas emitidas de respostas*

experimentais. Os cientistas podem usar a criatividade e imaginação em **qualquer etapa da pesquisa**, no entanto, acredito que é na coleta de dados e na análise dos dados que isso tenha mais evidência.

A6 – VNOS-C, Q9f: *Em laboratórios de pesquisa, em certas ocasiões, é imprescindível o uso da criatividade e imaginação, em especial na coleta de dados, em situações de falta de recursos, ou no projeto e planejamento quando se deseja estudar algo novo. Após a coleta de dados, quando o pesquisador se depara com algo inesperado, é necessário imaginar o que pode ter acontecido e prosseguir as investigações.*

Autor: A autora

Vale salientar também, que nas respostas iniciais os estudantes atribuíam a utilização da criatividade e imaginação apenas em algumas etapas da pesquisa, tais como o planejamento, a coleta de dados e/ou a interpretação dos resultados, e ao final, reconheceram essa importância em todo o processo de desenvolvimento da ciência, acrescentando argumentos pautados nas limitações dos modelos e teorias científicas, conforme observadas na resposta de A5. Acerca desse aspecto Durbano (2012) também destaca os estudantes passaram a considerar a criatividade durante todos os estágios da pesquisa. Os resultados obtidos estão de acordo com as proposições de Lederman, Lederman e Antink (2013, p. 141, tradução nossa) ao afirmar que “a ciência envolve a invenção de explicações e isso requer muita criatividade por parte dos cientistas”.

A partir do exposto, nota-se que os estudantes já compreendiam o caráter subjetivo da ciência, por se tratar de um empreendimento humano, desde o início da investigação. A noção elitista e individualista não foi identificada em nenhuma resposta, no entanto, apenas um licenciando explicita claramente que a ciência é não-elitista e não-individualista. Após vivenciar o Programa de Formação, fica mais evidente nas respostas dos licenciandos a importância da criatividade e da imaginação na construção do conhecimento científico, visto que foi discutido sobre esse aspecto em uma das atividades que foram planejadas e desenvolvidas na Educação Básica. Embora essa compreensão já existisse no início, ao final, os licenciandos passam a destacar como a criatividade e a imaginação podem ser empregadas pelos cientistas no fazer científico.

4.3. Papel do experimento e do método científico na construção da ciência

Uma concepção individualista e elitista da ciência, se traduz em uma imagem estereotipada do cientista como um gênio isolado em seu laboratório e, por consequência, faz da ciência uma atividade puramente experimental. Cachapuz *et. al.* (2005) discutem que o problema da concepção empírico-indutivista da ciência é considerar que as observações não são influenciadas por fatores internos e externos a própria ciência, como as ideias prévias dos cientistas e as teorias vigentes. Essa concepção leva a uma visão rígida, algorítmica e infalível da ciência pela crença depositada no método científico. Conforme os autores, o método científico é concebido como uma “sequência de etapas definidas, em que as ‘observações’ e as ‘experiências rigorosas’ desempenham um papel destacado

contribuindo à ‘exatidão e objetividade’ dos resultados obtidos” (Cachapuz *et. al.*, 2005, p. 48).

Com relação à concepção de experimento, observa-se uma noção bastante simplista por parte dos licenciandos, como um elemento essencial para a construção da ciência. Essa noção, conforme discutido por Chalmers (1993) apresenta uma perspectiva empírico indutivista da ciência, ou seja, a ideia de que o conhecimento científico parte da observação. Conforme Lederman, Bartos e Lederman (2014), o conhecimento científico é parcialmente derivado das observações do mundo natural. Além disso, os autores destacam a subjetividade do conhecimento científico pode acarretar em diferentes observações acerca do mesmo fenômeno (Lederman, Bartos & Lederman, 2014).

Nos argumentos apresentados inicialmente pelos licenciandos o experimento garante validação e comprovação. Ao final, embora ainda haja indícios de que o experimento traz uma validade, no sentido de comprovação, ao conhecimento científico, os licenciandos passaram a compreender que nem sempre o experimento é fundamental nesse processo, conforme apresentado no quadro abaixo:

Quadro 10: Respostas que evidenciam o papel do experimento na construção da ciência

A2 – VNOS-C, Q3f: *O experimento funciona como forma de comprovação da teoria. Muitos conhecimentos físicos, por exemplo, foram deduzidos manualmente e apenas séculos depois houve-se a observação do fenômeno. Ou seja o conhecimento científico foi gerado, mas não havia indícios observáveis do fenômeno.*

A3 – VNOS-C, Q3f: *Em partes, acredito que o experimento é algo importante para o desenvolvimento do conhecimento científico, as teorias sobre modelos atômicos são exemplos disso. Mas não estou bem certa de que seja algo essencial, penso que o conhecimento também pode ser desenvolvido sem a necessidade de um experimento.*

A5 – VNOS-C, Q2f: *O experimento é um instrumento empregado na validação de um dado postulado científico. Ele auxilia nesse processo, fornecendo evidências que podem ser interpretadas e originar uma ideia científica. Não é o determinante, mas acredito que ele pode auxiliar e muito, na postulação de uma teoria.*

Autor: A autora

Os estudantes A4 e A6, tanto no questionário pré quanto pós teste, salientaram que o desenvolvimento científico quer o uso de experimentos. O estudante A5, desde o pré-teste já destacava que nem sempre é necessário, apresentando a mesma noção no pós teste. Os estudantes A2 e A3 no pré-teste afirmaram que é essencial e no pós teste que não necessariamente. O estudante A8 tanto no pré quanto no pós teste afirmou que pode não ser necessário, mas que o experimento/observação são importantes para a construção da ciência.

A relação entre o experimento e a postulação do modelo atômico foi bastante explorada na Sequência Didática planejada pelos licenciandos durante o Programa de Formação. Os modelos atômicos são teorias que buscam explicar o comportamento da matéria, mas não podem ser observados fisicamente. Conforme o Lederman (2007), o

átomo é um desses conceitos, compreendido a partir de um modelo teórico e não como cópias fiéis da realidade, que exigem criatividade e imaginação por parte dos cientistas.

Acerca desse aspecto, no questionário VOSE, há a seguinte questão: As observações dos cientistas são influenciadas por crenças pessoais (por exemplo, as experiências pessoais, as presunções); portanto, eles não podem fazer as mesmas observações para o mesmo experimento. Os valores de RM estão apresentados no Quadro 11.

Quadro 11: Ranking médio das respostas dadas à oitava questão do questionário VOSE

AFIRMATIVAS	FASE	RM
A: Observações serão diferentes, porque diferentes crenças levam a diferentes expectativas influenciando a observação.	Inicial	2,67
	Final	3,67
B: As observações serão as mesmas, porque os cientistas formados no mesmo campo têm ideias similares.	Inicial	1,67
	Final	1,67
C: As observações serão as mesmas, porque através da formação científica os cientistas podem abandonar os valores pessoais para realizar observações objetivas.	Inicial	1,83
	Final	2,67
D: As observações serão as mesmas, porque as observações são exatamente o que vemos e nada mais. Fatos são fatos. As interpretações podem ser diferentes de uma pessoa para outra, mas as observações devem ser as mesmas.	Inicial	2,50
	Final	1,83
E: As observações serão as mesmas. Embora a subjetividade não pode ser totalmente evitada na observação, os cientistas usam métodos diferentes para verificar os resultados e melhorar a objetividade.	Inicial	3,17
	Final	3,83

Autor: A autora

Com relação a afirmativa A os estudantes discordavam e passaram a concordar, discordam com a afirmativa B, a afirmativa C discordavam mais fortemente e passaram a discordar menos, a afirmativa D discordavam e passaram a discordar mais fortemente e a afirmativa E concordavam e passaram a concordar mais fortemente. Pode-se notar uma diferença significativa nas respostas iniciais e finais, principalmente quando, inicialmente os licenciandos discordavam que as crenças poderiam influenciar e ao final passaram a considerar essa influência. No entanto, também acreditavam que por meio da formação científica os cientistas podem abandonar valores pessoais ao realizar uma observação, o que a princípio discordavam. Desse modo, pode-se depreender que há uma compreensão simplista em alguns aspectos acerca da observação e embora reconheçam que a observação não é neutra, em determinadas situações apresentam essa visão de neutralidade no fazer científico.

Ainda sobre o papel do experimento e do método científico na construção da ciência, no questionário VNOS-C foi apresentado um conflito entre duas teorias criadas a partir do mesmo conjunto de dados e questiona-se: “Como conclusões diferentes são possíveis se os cientistas de ambos os grupos tiveram acesso e utilizaram o mesmo conjunto de dados para obter suas conclusões?”. As respostas são apresentadas no quadro abaixo:

Quadro 12: Respostas que evidenciam o papel do método científico na construção da ciência

A2 – VNOS-C, Q8f: *O olhar do pesquisador influencia no banco de dados que ele possui, assim as previsões de como ocorreram tais fatos podem variar.*

A3 – VNOS-C, Q8f: *Mesmo tendo acesso e utilizando o mesmo conjunto de dados os cientistas podem chegar a conclusões diferentes, pois **nem todos pensam da mesma maneira** e o uma pessoa observa analisando algo, pode não ser o mesmo que outra pessoa observa.*

A4 – VNOS-C, Q8i: *As opiniões sobre se divergem a partir de observações e investigações diferentes. Os cientistas compartilharam do mesmo objetivo, porém **a metodologia e com isso os resultados, se divergem.** Os materiais utilizados decorrentes um avanço tecnológico também pode contribuir para a diferença de ideias.*

A6 – VNOS-C, Q8f: *Diferentes conclusões surgem da análise de um mesmo material em virtude de **a ciência ser uma construção humana** e, por esse motivo, estar impregnada de crenças, valores e influências culturais.*

A8 – VNOS-C, Q8f: *O **desenvolvimento da ciência não é neutro.** Por mais que os dados foram os mesmos, a **interpretação destes é individual de cada ser humano**, nela são levadas em consideração, cultura e crenças, por exemplo.*

Autor: A autora

Os estudantes A4, A5 e A8 já evidenciaram no pré-teste que as observações não são neutras e influenciadas por diferentes variáveis, ao final, os estudantes A2, A3 e A6 também destacaram esse aspecto e reconheceram que a ciência possui um método, mas que nem sempre se dá da mesma maneira, de modo que diferentes formas de investigação podem ser utilizadas no fazer científico. O que fica mais evidente nas respostas é a influência dos aspectos externos à ciência durante a investigação, principalmente no que se refere a valores e crenças dos cientistas. Esses resultados demonstram que os licenciandos compreendem duas características importantes acerca da NdC discutida por Lederman, Bartos e Lederman (2014): seu caráter subjetivo, bem como a diferença entre observação e inferência. Embora não apareçam exatamente esses termos nas respostas, os aspectos discutidos pelos sujeitos, denota essa compreensão.

No questionário VNOS-C há outra questão que trata sobre o grau de certeza que os cientistas possuem acerca da caracterização do que é uma espécie. Os argumentos dos licenciandos baseiam-se na observação das semelhanças e nos testes realizados, como discutidos nas respostas: “**Acredito que a evidência utilizada foi a experimentação.** Os cientistas fizeram experimentos de cruzamento com diversas espécies e **analisaram** os filhos que eram nascidos desses cruzamentos, se eram férteis ou não. Posteriormente pode ter surgido estudos diferentes, mas **acredito que inicialmente foi assim**” (A3 – VNOS-C, Q7f) e “**Talvez não tenha um grau de certeza determinado, visto que a denominação espécie foi oriunda de uma observação sobre o comportamento e características de um indivíduo, gerando padrões por consequência. E a classificação é mediante comparações com estes. Não consigo pensar quais foram as evidências, além das características e comportamentos morfológicos** (A5 – VNOS-C, Q7f)”.

A partir das ideias apresentadas pode-se depreender que, embora os licenciandos não apresentem o conhecimento conceitual acerca da definição de espécie, os mesmos compreendem sobre as inúmeras etapas necessárias para a formulação do conhecimento científico, uma vez que descrevem inúmeros processos, como a observação, comparação, classificação, interpretação, entre outros. Sendo assim, pode-se inferir que não apresentam uma visão rígida acerca do método científico, como uma série de etapas que sempre são seguidas, por meio das quais, os resultados serão inquestionáveis.

Acerca do método científico, há a seguinte questão: A maioria dos cientistas segue o método científico universal, passo-a-passo, para fazer suas pesquisas (isto é, estabelecem hipótese, concebem um experimento, coletam os dados tiram as conclusões). Os valores de RM são apresentados no Quadro 13.

Quadro 13: Ranking médio das respostas dadas à nona questão do questionário VOSE

AFIRMATIVAS	FASE	RM
A: O método científico assegura resultados válidos, claros, lógicos e precisos.	Inicial	2,50
	Final	2,33
B: A maioria dos cientistas usam o método científico porque ele é um processo lógico.	Inicial	3,67
	Final	3,50
C: O método científico é útil na maioria dos casos, mas não garante resultados e, portanto, cientistas inventam novos métodos.	Inicial	3,17
	Final	4,33
D: Não existe o chamado método científico. Os cientistas usam qualquer método para obter resultados.	Inicial	2,00
	Final	2,33
E: Não existe um método científico fixo, o conhecimento científico pode ser descoberto acidentalmente.	Inicial	3,50
	Final	4,00
F: Não importam os resultados obtidos, os cientistas usam o método científico para verificar os resultados.	Inicial	2,17
	Final	2,33

Autor: A autora

Com relação à afirmativa A, os estudantes discordavam e passaram a discordar mais, na afirmativa B concordavam e passaram a concordar menos, nas afirmativas C e E concordavam e passaram a concordar mais fortemente, nas afirmativas D e F discordavam e passaram a discordar menos fortemente. Esses resultados evidenciaram que compreendem que o método científico, embora seja necessário, não é fixo em suas etapas e que os cientistas podem propor novos métodos para obtenção de resultados. Nesse sentido, Chalmers (1993, p. 20) destaca que

os desenvolvimentos modernos na filosofia da ciência têm apontado com precisão e enfatizado profundas dificuldades associadas à ideia de que a ciência repousa sobre um fundamento seguro adquirido através de observação e experimento e com a ideia de que há algum tipo de procedimento de inferência que nos possibilita derivar teorias científicas de modo confiável de uma tal base. Simplesmente não existe método que possibilite às teorias científicas serem provadas verdadeiras ou mesmo provavelmente verdadeiras.

Esses resultados denotam que os licenciandos possuem noções quanto à natureza empírica do conhecimento científico. Embora os licenciandos demonstrem compreender que a observação não é neutra e que o método científico não é rígido em suas etapas, em outros momentos, aparece a crença de que a formação científica dos cientistas pode minimizar seus valores pessoais na observação de fenômenos, aspecto característico de uma perspectiva empírico-indutivista da ciência.

4.4. Papel dos problemas de investigação, das hipóteses e dos modelos na construção da ciência

Uma visão aproblemática e ahistórica da ciência transmite uma noção acabada e dogmática da ciência que desconsidera os problemas que tiveram que ser resolvidos e as dificuldades enfrentadas pelos cientistas. Desse modo, os autores argumentam sobre a importância da história da ciência e o processo de construção do conhecimento científico. Essa visão fechada da ciência acaba por desconsiderar a importância das hipóteses e dos modelos na ciência, gerando uma noção exclusivamente analítica da mesma. Nas palavras dos mesmos, “os cientistas decidem abordar problemas resolúveis e começam ignorando consciente e voluntariamente muitas das características das situações estudadas, o que evidentemente os ‘afasta’ da realidade” (Cachapuz, *et. al.*, 2005, p. 50). Nesse sentido, Lederman (2007), destaca a importância de reconhecer que o conhecimento científico não é absoluto, mas está sujeito à transformações, tanto por meio de novas evidências, quanto pela reinterpretação de antigas evidências a luz de novos pressupostos.

Com relação aos modelos na ciência, evidenciado em uma das questões do VNOS-C, a respeito do grau de certeza dos cientistas acerca da estrutura do átomo, algumas respostas são apresentadas no quadro abaixo:

Quadro 14: Respostas que discutem sobre os modelos na ciência

A2 – VNOS-C, Q4i: <i>Os testes realizados são feitos de forma indireta, e as conclusões desses experimentos, levam a crer que o átomo possui essa estrutura. Mas devido ao tamanho ínfimo, e as limitações da técnica de observação, dos dias atuais, não se pode afirmar com 100% de certeza, visto que as coisas que ocorrem no nível atômico, não ocorrem de forma que seja fácil a compreensão.</i>
A3 - VNOS-C, Q4i: <i>Atualmente essa teoria é a mais aceita acerca da representação de um átomo, logo o grau de certeza sobre isso é elevado, pois não houve “ainda” outra teoria que deixasse dúvida sobre esta. Acredito que os cientistas chegaram a essa representação através dos experimentos e cálculos.</i>
A4 - VNOS-C, Q4i: <i>A certeza dos cientistas baseia-se em suas investigações e métodos. Para afirmar a veracidade deste método, os cientistas devem estar pautados em plenas convicções de que seus estudos são certos. Para determinar algo que não se encontra no mundo real, é necessário criar-se modelos, partindo do que se tem como real. Como o pensamento filosófico nos diz que “nada se cria, tudo se copia”, os modelos atômicos partem de algo já existente. A partir de concepções e investigações, aquela teoria já desenvolvida é aperfeiçoada.</i>
A5 - VNOS-C, Q4f: <i>No caso dos modelos atômicos, os cientistas</i>

analisaram experimentos que geraram as evidências experimentais, e consequentemente propuseram um **modelo de explicação para os fatos observados**. Contudo, são apenas **representações** que não necessariamente remetem a algo verdadeiro, é uma **aproximação** não tendo nenhum grau de certeza sobre a **estrutura real**. Em relação às partículas subatômicas em questão, as evidências observadas foram os desvios sofridos por uma partícula alfa, desvio de um feixe e com isso pode-se **imaginar tais estruturas** para propor uma explicação.

A6 - VNOS-C, Q4i: Tudo o que temos e sabemos do átomo são **modelos**. Esses modelos não são o átomo, propriamente dito, mas **representações** do que essa porção da matéria pode ser. No decorrer da história, o átomo trouxe inquietações a muitos cientistas, que usaram experimentais na tentativa de **elucidar sua estrutura**. O primeiro registro acerca de sua estrutura foi escrito por Thomson a partir de seus experimentos com o tubo de raios catódicos. Quando o cientista visualizou uma mudança na trajetória do gás, concluiu que deveria haver alguma partícula responsável pela repulsão: o elétron. Com o experimento de bombardeamento de uma folha de ouro, com polônio, a partir da visualização também de mudança de trajetória, Rutherford reafirmou a existência dos elétrons e ainda anunciou a existência dos prótons.

A8 - VNOS-C, Q4f: Não se tem certeza. Por meio dos experimentos foi possível identificar o comportamento das partículas e **supôs-se essa estrutura**. Além dos experimentos, cálculos da mecânica quântica, confirmam este comportamento, principalmente, a respeito da probabilidade do elétron estar ao redor do núcleo.

Autor: A autora

A partir das respostas, pôde-se notar que os licenciandos destacaram o papel dos modelos na ciência como uma forma de representação teórica da ciência pela qual se explica o mundo natural, suas características e transformações. É importante ressaltar que apenas na resposta de A2 há um indício de átomo como uma pequena partícula quando é citado o termo “tamanho ínfimo”, indicando que as limitações na técnica são provenientes das dificuldades de observação, sendo que, neste caso, o átomo é uma criação científica, um real construído e não real palpável. Ao final, o licenciando A2 respondeu: “Um grau de certeza grande. Pois se realizou inúmeros experimentos que deram indícios de sua estrutura e grande parte do que se sabe são **suposições teóricas** sobre a estrutura atômica” (A2 – VNOS-C, Q4f). Nota-se que ele mudou sua concepção com relação ao grau de certeza, no entanto, não destacou a natureza palpável do átomo e mencionou que se trata de suposições teóricas, evidenciando que compreendia, mesmo que parcialmente, a natureza teórica dos modelos científicos.

Os demais licenciandos, destacaram, em sua maioria, desde o pré-teste o caráter dos modelos como uma representação de algo que não é passível de observação. Na resposta de A4 isso fica evidente pelo termo “criar modelos”, visto que os modelos são construções teóricas. Além disso, destacaram o papel das evidências experimentais e a necessidade de explicá-las de forma coerente com os modelos já existentes ou na proposição de um novo modelo. Nessa perspectiva, Fourez (1995, p. 71) destaca que “na prática, os cientistas avançam em suas pesquisas procurando determinar os limites dos modelos utilizados;

tentam mostrar como os modelos são ‘falsos’, a fim de poder então substituí-los”.

Conforme citado por A6, diferentes evidências experimentais trouxeram a compreensão de como o átomo pode ser, bem como sua constituição por partículas como o elétron e próton. Diante desse contexto, é importante considerar o papel fundamental dos modelos na ciência, conforme discutido por Chamizo (2013), como uma proposição feita por e para cientistas, buscando compreender uma parte específica no mundo natural. Dessa forma, esses cientistas trabalham para “avaliar quais outros modelos competem com as evidências disponíveis e, consequentemente, qual é a explicação mais plausível para alguns fenômenos” (Chamizo, 2013, p. 1623, tradução nossa).

Entretanto, ao serem indagados no questionário VOSE se as teorias (como a seleção natural ou teoria atômica) e se as leis (como a lei da gravidade) são “descobertas” ou “inventadas” por cientistas a partir do mundo natural, há algumas respostas controversas ao que é discutido no questionário VNOS-C, aplicado anteriormente ao questionário VOSE. O ranking médio das respostas é apresentado abaixo.

Quadro 15: Ranking médio das respostas dadas à quinta e sexta questão do questionário VOSE

FASE	Teorias		Leis	
	AFIRMATIVAS	RM	AFIRMATIVAS	RM
Inicial	A: Descoberta, porque a ideia estava lá o tempo todo para ser descoberta.	3,17	A: Descoberta, porque as leis científicas estão lá fora, na natureza, e os cientistas apenas têm que encontrá-las.	2,67
Final		3,00		2,50
Inicial	B: Descoberta, porque as leis científicas são baseadas em fatos experimentais.	3,00	B: Descoberta, porque as leis científicas são baseadas em fatos experimentais.	3,33
Final		4,00		3,33
Inicial	C: Alguns cientistas descobrem acidentalmente uma teoria, mas outros cientistas podem inventar uma teoria de seus fatos conhecidos.	3,00	C: Alguns cientistas descobrem acidentalmente uma lei, mas outros cientistas podem inventar uma lei a partir de fatos conhecidos.	3,50
Final		3,67		2,83
Inicial	D: Inventada, porque uma teoria é uma interpretação de fatos experimentais, e fatos experimentais são descobertos pelos cientistas.	2,83	D: Inventada, porque os cientistas inventam leis científicas para interpretar fatos experimentais descobertos.	2,67
Final		3,00		4,17
Inicial	E: Inventada, porque uma teoria é criada ou elaborada por cientistas.	3,00	E: Inventadas, uma vez que não existem absolutos na natureza, portanto, a lei é	3,17
Final		3,00		3,50

			inventada por cientistas.	
Inicial	F: Inventada, pois	3,67		
Final	uma teoria pode ser refutada.	3,16		

Autor: A autora

Com relação às teorias, os licenciandos concordavam com a afirmativa A o que passou a ser indiferente, nas afirmativas B e C eram indiferentes e passaram a concordar, na afirmativa D discordavam e passou a ser indiferente, na afirmativa E permaneceu indiferente e na afirmativa F concordavam e passaram a concordar menos. Já com relação às leis, na afirmativa A, licenciandos discordavam e passaram a discordar mais, na afirmativa B concordaram, mas quase que indiferente, na afirmativa C concordavam e passaram a discordar, quase que indiferente, na afirmativa D discordavam e passaram a concordar fortemente, e na afirmativa E concordavam e passaram a concordar mais fortemente. Os valores de RM próximo de 3 em várias afirmativas pode indicar que os licenciandos apresentam dificuldades quanto à compreensão do conceito de leis e teorias.

Analisando comparadamente os aspectos das leis e teorias temos que as afirmativas A e B, relacionadas à descoberta, tanto para leis e teorias se aproximam dos valores finais do RM, que varia de indiferente a uma discordância fraca. Já a afirmativa B, tanto para leis e teorias, os valores finais indicam concordância. No caso da afirmativa C, os licenciandos concordaram em relação às teorias e discordaram em relações às leis. No caso das afirmativas D e E, relacionadas à invenção, para as teorias é indiferente e para as leis os estudantes concordaram. Por fim, também concordaram, quase que indiferente ao final, com a afirmativa F em relação à invenção de teorias.

Esses resultados denotam que os sujeitos compreendiam parcialmente acerca na natureza dos modelos e teorias e também que não compreendiam claramente a diferença entre teoria e lei, conforme também consta no questionário VNOS-C, que em sua maioria destacaram que leis possuem comprovação experimental e teorias não podem ser comprovadas, indicando uma noção bastante simplista acerca das semelhanças e diferenças entre ambas. Nesse sentido Lederman, Bartos e Lederman (2014, p. 975, tradução nossa), destacam que a “a maioria dos indivíduos tem uma visão hierárquica da relação entre teorias e leis, segundo a qual as teorias, uma vez que tenham ‘acumulado’ evidências de suporte suficientes, tornem-se leis”. Dessa forma, conforme os autores, leis e teorias configuram-se diferentes tipos de conhecimento. Enquanto as leis expressam relações entre fenômenos observáveis as teorias são explicações inferidas a partir dos fenômenos (Lederman, Bartos & Lederman, 2014).

Acerca desse aspecto, Fourez (1995) discute que pode existir uma infinidade de teorias possíveis para um determinado número de observações, já os modelos estão relacionados ao imaginário cultural e sua importância para a ciência é mais em termos de eficácia do que realidade. O autor destaca que:

as observações já são construções humanas, os modelos provêm de nossas ideias anteriores, e por

meio de uma lógica pragmática e histórica (e não por meio de uma racionalidade necessária) que os cientistas decidem rejeitar ou conservar modelos particulares. Essa análise remete as práticas científicas a sua situação histórica. Ela desmistifica a ciência, pondo em questão a sua a-historicidade, a sua universalidade, a sua absolutez, o seu caráter quase sagrado (Fourez, 1995, p. 90).

Assim, pode-se notar que os estudantes compreendem e discutem sobre o papel dos modelos na ciência, visto que foi amplamente explanado durante o planejamento e implementação da Sequência Didática sobre os modelos atômicos. Esse aspecto fica bastante evidente nas respostas e argumentos apresentados pelos licenciandos no questionário VNOS-C. No entanto, quando se refere às noções de leis e teorias, pelo fato de não ter sido explorado durante as discussões, os licenciandos apresentam uma noção bastante simplista e confusa. Esse aspecto pode ser evidenciado tanto no questionário VNOS-C, quanto no questionário VOSE.

4.5. Papel das (des)continuidades na construção da ciência

Uma visão cumulativa da ciência pressupõe que o conhecimento científico se desenvolve linearmente, a partir de um processo puramente acumulativo, desconsiderando as crises e profundas transformações que o conhecimento científico passa. Os autores discutem que a visão acumulativa é reforçada “ao apresentar as teorias hoje aceites sem mostrar o processo do seu estabelecimento, nem ao se referir às frequentes confrontações entre teorias rivais, nem aos complexos processos de mudança que incluem autênticas ‘revoluções científicas’” (Cachapuz, et. al., 2005, p. 51).

Com relação ao processo pelo qual a ciência é construída, não há uma única forma de compreensão acerca desse aspecto. A seguir, apresentaremos as respostas do questionário VNOS-C que destacamos sobre o processo de construção da ciência, mais especificamente no que se refere à transformação ou não de teorias.

Quadro 16: Respostas que discutem sobre o processo de construção da ciência

A2 - VNOS-C, Q6i: <i>As teorias não se transformam. Quando surge um novo paradigma, há um rompimento com o paradigma anterior, e, esse novo paradigma passa a ser vigente após aceito pela comunidade científica. Por isso se utiliza o termo revolução atômica, e não evolução atômica, por exemplo, quando se fala de modelos atômicos. Porque a teoria vigente é a que melhor explica o fenômeno no momento. E, quanto mais pessoas conhecem a teoria, maior será a probabilidade de haver pessoas que buscarão desenvolver novas teorias que melhor explicarão certo fenômeno. E, enquanto ela funciona para os nossos fins, não há problema em utilizá-la.</i>
A2 - VNOS-C, Q6f: <i>Assim que indícios mais verdadeiros aparecem uma teoria pode-se modificar. Pode ocorrer uma revolução. As teorias mudam para que se possa explicar o que está sendo observado. Porque elas são as melhores explicações até o momento de um fenômeno qualquer.</i>
A3 - VNOS-C, Q6i: <i>As teorias podem transformar-se de duas maneiras: - uma teoria pode evoluir quando algo é</i>

“acrescentado” a ela; - uma teoria pode mudar quando se acredita que algo descrito nela já não é mais verdade. Nós nos preocupamos em aprender teorias para tentar compreender melhor o mundo em que vivemos, como por exemplo, a teoria da evolução de Darwin.

A3 - VNOS-C, Q6f: Não, eu **não acredito que as teorias científicas mudem**, eu acredito que **surjam novas teorias**, por exemplo a teoria atômica, existem **diversas teorias sobre o átomo**, mas **nenhuma mudou** (deixou de ser uma coisa e se tornou outra), apenas **surgiram novas**.

A4 - VNOS-C, Q6f: As teorias são construídas para explicar determinado fenômeno presente em um contexto social. Por isso, a partir das modificações sociais, determinada **teoria é incapaz de explicar tal fenômeno presente no novo contexto histórico e com isso se torna necessário sua modificação**. Se torna necessário o estudo de teorias antigas pois é necessário entender como o raciocínio foi construído para gerar a teoria vigente no momento. A teoria atômica vigente atualmente **partiu de alguma ideia** e foi modificada em diferentes contextos sociais.

A5 - VNOS-C, Q6f: Acredito que uma **teoria pode mudar**, porque então são criadas por homens, que muitas vezes propõem algo oriundo de ideias imaginárias, e que a partir de um período o **poder de explicação desta pode ser alterado** e consequentemente a **teoria não será mais aceita ou capaz de explicar de maneira significativa**. Embora saibamos que uma teoria pode não ser mais suficiente para explicar um fenômeno num período é importante conhecermos o “poder” de explicação que ela possui, porque elas até o momento **satisfazem nossas perguntas**.

A6 - VNOS-C, Q6i: As **teorias não podem se transformar**. Caso haja uma **crise em um paradigma**, conforme a epistemologia de Kuhn, surge um **novo paradigma**, seguido de uma **revolução científica**. Quando uma **teoria não funciona**, esta é, de certo modo, **descartada e substituída** por outra, agora coerente. Um exemplo é a Teoria do Flogístico.

A6 - VNOS-C, Q6f: As investigações e os estudos nunca chegarão ao fim. Consequentemente, o **conhecimento tende a evoluir** e as **teorias previamente aceitas** estarão suscetíveis a serem **derrubadas ou reformuladas**, no momento em que **aparecem outras mais coerentes com o fenômeno estudado**. Nosso conhecimento deve evoluir ao mesmo passo que as teorias e um exemplo é a história dos modelos atômicos, que foram **substituídos um a um** até o modelo quântico. Apesar de haver a **ruptura de ideias entre os modelos**, todos contribuíram **significativamente para o desenvolvimento científico**.

A8 - VNOS-C, Q6f: Sim, **podem mudar** pois, a partir de determinado momento **podem não mais explicar certos fenômenos**, como foi com a teoria atômica, onde os **fatos observados na prática não condiziam com o que dizia a teoria**. Se em algum momento, o modelo da mecânica quântica não explicar determinado fenômeno, novos estudos terão de ser feitos para explicá-los. Contudo, esta **teoria não será descartada**, pois **serve para outros fatos**. Por isso é importante estudá-las. A teoria do modelo atômico de Dalton serve até hoje para explicar a conservação de massa.

Autor: A autora

Conforme os resultados, os licenciandos A4, A5 e A8 acreditavam que as teorias poderiam transformar-se. O licenciando A2 inicialmente admitia que não mudam e ao final destacou que podem mudar. O licenciando A3 acreditava que pode ou não mudar no início e ao final enfatizou que as teorias não podem transformar-se. Já o licenciando A6 que inicialmente julgava que as teorias não se transformavam, ao final passou considerar que podem ou não se modificar.

O que é importante salientar é que os licenciandos são conscientes de que a ciência é mutável e não é construída de verdades comprovadas e inquestionáveis, conforme alguns trechos destacados de outras questões do questionário: “na ciência não existe uma **verdade absoluta**, [...] pois a qualquer momento podem surgir evidências que **comprovem algo diferente**” (A3 - VNOS-C, Q4f); “[...] aquela teoria pensada naquele momento, é capaz de sanar as dúvidas daquele contexto histórico, podendo ser então, a qualquer momento **refutada**” (A4 - VNOS-C, Q4f) e “a ciência não deve ser vista como algo **imutável**, uma vez que está sujeita à **ajustes e mudanças**” (A6 - VNOS-C, Q4f).

No entanto, pode-se notar divergências na forma como o conhecimento científico de desenvolve, isto é, por continuidade ou descontinuidades. Ficam evidentes nas respostas iniciais de A2 e A6, apresentadas no Quadro 13, que em suas concepções o conhecimento científico se desenvolve por descontinuidades e em suas respostas são bastante evidentes os termos relativos a epistemologia kuniana, possivelmente fruto dos estudos realizados paralelamente em outro componente curricular simultâneo ao Estágio Supervisionado. Porém, ao final, nota-se que esses licenciandos compreendem também os processos de modificações nas teorias, que podem não necessariamente romper completamente com os pressupostos anteriores.

Nos exemplos utilizados pelos licenciandos para argumentar sobre o processo de evolução da ciência, é bastante comum discutir sobre os modelos atômicos, visto que foi o conteúdo histórico que foi estudado e trabalhado na Sequência Didática no Ensino Médio, como parte do Programa de Formação vivenciado pelos licenciandos. Na resposta inicial de A2, o mesmo cita o termo “revolução atômica”, acreditando que há ruptura entre os diferentes modelos. Esse mesmo pensamento é apresentado por A3 e A6 no pós teste, ao dizer que as diversas teorias atômicas não se modificaram em sua essência, mas que uma nova teoria foi proposta para explicar o comportamento da matéria, ou seja, a teoria em si não foi alterada, o que se alterou foi a forma como a matéria é compreendida, pela substituição de modelos. Já na resposta final de A4, este discute que há uma continuidade entre um modelo e outro, visto que o cientista parte de uma ideia atual para propor um novo modelo explicativo.

É importante salientar a resposta de A8, que destaca a possível utilização do modelo de Dalton quando se necessita explicar o princípio de conservação de matéria. Essa é uma compreensão diferenciada dos demais licenciandos, visto que é a única resposta que menciona a utilidade dos diferentes modelos construídos na história mesmo hoje, dependendo do fenômeno químico que se necessita explicar. Nessa perspectiva, Mortimer (1992, p. 246) apresenta a seguinte reflexão ao rever o perfil conceitual do átomo:

Se não há, nos programas e livros didáticos tradicionais, nenhuma dependência dos temas clássicos tratados no primeiro ano em relação aos temas modernos, por que eles se acham juntos na programação? Será mais justo retardar a

abordagem dos temas da química moderna para mais tarde ou rever a abordagem dos temas clássicos, de modo a incorporar explicações que a química moderna permite? Exemplificando, o conhecimento da estrutura eletrônica dos átomos possibilita uma redefinição do conceito clássico de ácido e base, pois outras substâncias, como os ácidos e bases de Lewis, passam a fazer parte dessa categoria sem apresentarem as características funcionais clássicas (presença de hidrogênio ionizável para os ácidos e de íon hidróxido para as bases) que permitiriam sua inclusão nessa categoria de reatividade (MORTIMER, 1992, p. 246).

Essa noção, remete ao questionamento mencionado por Mortimer (1992), acerca da estruturação dos programas e materiais didáticos, na qual o estudante poderia ter contato com os modelos atômicos à medida que necessitasse de um modelo de compreensão da matéria para a explicação de fenômenos específicos.

No questionário VOSE há a seguinte pergunta: Quando surgem duas teorias diferentes para explicar o mesmo fenômeno (por exemplo, fósseis de dinossauros), os cientistas aceitam as duas teorias ao mesmo tempo? As respostas são apresentadas no quadro abaixo.

Quadro 17: Ranking médio das respostas dadas à primeira questão do questionário VOSE

AFIRMATIVAS	FASE	RM
A: Sim, porque os cientistas ainda não podem dizer objetivamente qual, é a melhor, por isso, eles aceitarão ambas as tentativas.	Inicial	2,33
	Final	2,50
B: Sim, pois as duas teorias podem fornecer explicações a partir de diferentes perspectivas, não há certo e nem, errado.	Inicial	2,33
	Final	2,17
C: Não, porque os cientistas tendem a aceitar a teoria com as quais eles estão mais familiarizados.	Inicial	3,67
	Final	3,67
D: Não, porque os cientistas tendem a aceitar as teorias mais simples e evitar teorias mais complexas.	Inicial	1,50
	Final	1,67
E: Não, o status acadêmico de cada teoria proposta irá influenciar a aceitação dos cientistas.	Inicial	3,50
	Final	4,00
F: Não, os cientistas tendem a aceitar as novas teorias que se desviam menos do núcleo contemporâneo da teoria científica.	Inicial	3,17
	Final	2,83
G: Não, os cientistas usam a intuição para tomar decisões.	Inicial	1,67
	Final	2,33
H: Não, porque só existe uma verdade, os cientistas não vão aceitar qualquer teoria antes de distinguir qual é o melhor.	Inicial	2,33
	Final	2,17

Autor: A autora

Com relação a afirmativa A, D e G, os licenciandos discordaram e passaram a discordar menos, nas afirmativas B e H, discordavam e passaram a discordar mais, na afirmativa C concordavam, na afirmativa E concordavam e passaram a concordar mais e na afirmativa F concordavam e passaram a discordar. Esses resultados indicam que os licenciandos acreditam que as teorias possuem um status acadêmico que influencia na aceitação dos cientistas e essa aceitação também depende da familiaridade deste cientista com a teoria. Também evidenciamos que reconhecem que

os cientistas não tomam essa decisão intuitivamente, nem que a complexidade da teoria influencia nessa aceitação.

Ao serem questionados se mesmo que as investigações científicas sejam realizadas corretamente, a teoria proposta ainda pode ser contestada no futuro, os licenciandos tenderam a acreditar em uma visão de continuidade do que de descontinuidade, conforme apresentado no quadro abaixo.

Quadro 18: Ranking médio das respostas dadas à quarta questão do questionário VOSE

AFIRMATIVAS	FASE	RM
A: A investigação científica terá que enfrentar uma mudança revolucionária, e a teoria antiga será substituída.	Inicial	3,00
	Final	2,83
B: Os avanços científicos não podem ser feitos em um curto espaço de tempo. É através de um processo cumulativo; portanto, a velha teoria é preservada.	Inicial	2,67
	Final	3,67
C: Com o acúmulo de dados de pesquisa e de informações, a teoria vai evoluir mais precisamente e completamente, não sendo descartada.	Inicial	3,50
	Final	3,33

Autor: A autora

Com relação à afirmativa A, inicialmente indiferente, os licenciandos passaram a discordar, na afirmativa B inicialmente discordavam e passaram a concordar e na afirmativa C concordavam e passaram a concordar menos ao final. Esses resultados evidenciaram que os licenciandos compreendem majoritariamente a ciência como um processo cumulativo, mas não necessariamente linear, isto é, pode também haver revoluções. Além disso, passaram a considerar mais que a construção da ciência é um processo interminável e que leva tempo para que a ciência seja estabelecida e validada.

Nesse sentido, Saito (2013, p. 291) discute que “a perspectiva histórica dominante que permeia o material didático para o ensino de ciências, bem como veiculadas pelos meios de divulgação científica, continua ainda a valorizar uma história linear e progressista”. Desse modo, consideramos que, embora as atividades do Programa de Formação, buscassem levar os estudantes a refletirem sobre o processo de construção da ciência, de modo a romper com visões e concepções descontextualizadas da ciência, são necessárias mais ações e remodelações profundas em todo o processo de ensino e aprendizagem, e não apenas em ações como a realizada neste estudo. Ainda assim, consideramos que os estudantes passaram a compreender, de forma mais coerente sobre a ciência e seus processos de construção e validação a partir do Programa de Formação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das investigações realizadas, pode-se notar que a ciência é um empreendimento plural e que sua compreensão não é homogênea. Nas respostas dadas pelos licenciandos pode-se notar diversos aspectos importantes acerca da ciência. Dentre os aspectos discutidos por Acevedo (2008), a partir de Lederman *et. al.* (2002), pode-

se destacar que os licenciandos aqui investigados reconheceram a provisoriedade do conhecimento científico, ou seja, que este está sujeito a mudanças e reinterpretações. Além disso, verificaram o papel da observação na construção da ciência, bem como o fato de que os sentidos humanos e pontos de vistas atuais podem inferir na interpretação dessas observações. Os licenciandos também destacaram a importância da imaginação e criatividade dos cientistas no processo de construção da ciência, bem como a influência social e cultural neste processo. Embora não diferenciem claramente os contrastes entre teorias e leis, compreenderam que o conhecimento científico é subjetivo e que as investigações realizadas estão pautadas na teoria vigente.

O Programa de Formação vivenciado pelos licenciandos durante o Estágio Supervisionado, modificou, mesmo que parcialmente, algumas noções apresentadas pelos licenciandos. Pode-se notar que em alguns aspectos, desde o pré-teste, não apresentavam uma visão completamente simplista da ciência. Mesmo antes de vivenciar o Programa de Formação, os licenciandos já reconheciam o papel do contexto e do cientista na construção da ciência, principalmente. Ao final, algumas dessas concepções permaneceram, outras se modificaram, indicando melhor compreensão acerca do empreendimento científico. Dentre os aspectos relevantes que o Programa de Formação contribuiu foi acerca do papel dos modelos na ciência, a importância da criatividade e imaginação e noção da influência do contexto na produção do conhecimento científico, aspectos discutidos pelos licenciandos a partir da Sequência Didática desenvolvida na Educação Básica.

Alguns aspectos precisam ser debatidos com maior profundidade, tais como a caráter empírico indutivista da ciência, o papel do experimento na construção da ciência, a diferença entre teorias e leis, além dos aspectos epistemológicos relacionados ao desenvolvimento científico. Tais aspectos se configuram lacunas que necessitam de ações explícitas no sentido de promover a reflexão crítica por parte dos licenciandos.

Pode-se dizer que, embora existam lacunas, esses licenciandos compreendem e possivelmente serão capazes de ensinar a ciência considerando os aspectos da NdC e uma visão mais próxima do fazer científico. As etapas posteriores da investigação buscarão responder como as concepções de NdC se traduzem na prática pedagógica desses licenciandos, bem como a maneira que os mesmos discutem sobre a ciência em suas aulas. Concordamos com Lederman (2007) ao afirmar que os professores só podem ensinar aquilo que eles próprios compreendem. Além disso, o autor argumenta que conhecer a NdC, embora seja fundamental, não é suficiente para que esses aspectos sejam traduzidos na prática docente, visto que existem inúmeras variáveis que interferem nesse processo (Lederman, 2007).

6. REFERENCIAS

Acevedo, J. A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 5(2), 134-

169. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92050202>

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1989). *Science for all Americans: A Project 2061 report on literacy goals in science, mathematics, and technology*. Washington, DC.

Auler, D., & Delizoicov, D. (2006). Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 337-355. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N2.pdf

Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A. M. P., Praia, J. & Vilches, A. (2005). *A necessária renovação no ensino das ciências*. São Paulo: Cortez.

Carvalho, A. M. P. & Gil-Pérez, D. (2011). *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. 7 ed. São Paulo: Cortez.

Chalmers, A. F. (1993). *O que é a ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense.

Chamizo, J. A. (2013). A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching. *Science & Education*, 22, 1613-1632. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9407-7>

Chen, S. (2006). Development of an Instrument to Assess Views on Nature of Science and Attitudes Toward Teaching Science. *Science Education*, 90(5), 803-819. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/sce.20147>

Durbano, J. P. M. (2012). *Investigação de concepções de alunos de ciências biológicas do IB/USP acerca da Natureza da Ciência*. 203 p. Dissertação (Mestrado em ciências biológicas) - Instituto de biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Durbano, J. P. M. & Prestes, M. E. B. (2013). Comparação das ferramentas VNOS-C e VOSE para obtenção de concepções de alunos do IB/USP acerca da Natureza da Ciência. In: *Aprendendo ciência e sua natureza: abordagens históricas e filosóficas*. Silva, C. C.; Prestes, M. E. P. (Orgs). São Carlos: Tipographia Editora Expressa, 235-250.

Fourez, G. (1995). *A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista.

Gil-Pérez, D., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A. & Praia, J. (2001). Para uma imagem não-deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 121 – 133. Recuperado de: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/01.pdf>

Irzik, G. & Nola, R. (2011). A family resemblance approach to the nature of science for science education, *Science & Education*, 20(591). Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9293-4>

- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/tea.3660290404>
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of Science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. In: Abell, S.K.; Lederman, N.G. (eds). *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 831-880.
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138-147. Recuperado de: <https://ijemst.net/index.php/ijemst/article/view/19>
- Lederman, N. G., Bartos, S. A. & Lederman, J. (2014). The development, use and interpretation of NOS assessments. In: M.R. Matthews (ed.). *Handbook of historical and philosophical research in science education*. Dordrecht: Springer.
- Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2014). Is nature of science going, going, gone? *Journal of Science Teacher Education*, 25(3), 235-238. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9386-z>
- Matthews, M. R. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(3), 164-214. Recuperado de: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084>
- Matthews, M. R. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In: M.S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research: Concepts and methodologies*. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Matthews, M. R. (2015). *Science Teaching: The Contribution of History and Philosophy of Science* (20th Anniversary Revised and Expanded Edition). New York: Routledge.
- Minayo, M. C. S. & Gomes, S. F. D. R. (Org). (2012). *Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade*. 32 ed. Petrópolis: Vozes.
- Mortimer, E. F. (1992). Pressupostos Epistemológicos para uma metodologia de Ensino de Química: Perfil Epistemológico e Mudança Conceitual. *Química Nova*, 15(3), 242-249. Recuperado de: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=1593
- 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. Recuperado de: http://www.sbh.org.br/arquivo/download?ID_ARQUIVO=1932
- National Science Teachers Association (NSTA). (1982). *Science-technology-society: Science education for the 1980s* (An NSTA position statement). Washington, DC: Author.
- Oliveira, L. H. (2005). *Exemplo de cálculo de Ranking Médio para Likert*. Apostila do Curso de Metodologia Científica e Técnicas de Pesquisa em Administração. Varginha: Faculdade Cenecista de Varginha.
- Saito, F. (2013). "Continuidade" e "descontinuidade": o processo da construção do conhecimento científico na História da Ciência. *Educação e Contemporaneidade. Revista da FAEEBA*, 22(39), 83-194. Recuperado de: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/faeeba/article/view/338>
- Teixeira, E. S., Freire, O. Jr. & El-Hani, C. N. (2009). A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. *Ciência & Educação*, 15(3), 529-556. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132009000300006>
- Yin, R. K. (2016). *Pesquisa qualitativa do início ao fim*. Porto Alegre: Penso.