

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE – IFRN

DANIELLE PEREIRA DE ALMEIDA

**A NATUREZA DA CIÊNCIA COMO ELEMENTO DA ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA NAS LICENCIATURAS EM QUÍMICA DO IFRN**

MOSSORÓ-RN

2023

DANIELLE PEREIRA DE ALMEIDA

**A NATUREZA DA CIÊNCIA COMO ELEMENTO DA ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA NAS LICENCIATURAS EM QUÍMICA DO IFRN**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino (POSENSINO), da associação entre a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semi-Árido e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial para obtenção do título de mestra.

Linha de pesquisa: Ensino de Ciências Naturais, Matemática e Tecnologias

Orientador: Prof. Dr. Albino Oliveira Nunes

Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Nunes Coelho

MOSSORÓ - RN

2023

FICHA CATALOGRÁFICA
Biblioteca IFRN – Campus Mossoró

A447	Almeida, Danielle Pereira de A natureza da Ciência como elemento da alfabetização científica nas licenciaturas em Química do IFRN / Danielle Pereira de Almeida. – Mossoró, RN, 2023. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2023. Orientador: Dr. Albino Oliveira Nunes 1. Formação inicial 2. Química 3. Natureza da Ciência 4. Alfabetização científica I. Título. CDU: 54: 37.013
------	--

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária
Elvira Fernandes de Araújo Oliveira CRB15/294

DANIELLE PEREIRA DE ALMEIDA

**A NATUREZA DA CIÊNCIA COMO ELEMENTO DA ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA NAS LICENCIATURAS EM QUÍMICA DO IFRN**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino (POSENSINO), da associação entre a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semi-Árido e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial para obtenção do título de mestra.

Dissertação apresentada e aprovada em 19/07/2023, pela seguinte Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
ALBINO OLIVEIRA NUNES
Data: 13/03/2024 19:50:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Albino Oliveira Nunes - Presidente

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Documento assinado digitalmente
MARCELO NUNES COELHO
Data: 13/03/2024 20:02:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcelo Nunes Coelho – Vice-presidente

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Documento assinado digitalmente
LUCIANA MEDEIROS BERTINI
Data: 13/03/2024 21:04:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Luciana Medeiros Bertini – Examinadora Interna

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Alexandre José Gonçalves de Medeiros – Examinador Externo
Universidade Federal Rural de Pernambuco



Documento assinado digitalmente
ALBANO OLIVEIRA NUNES
Data: 13/03/2024 20:16:26-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Albano Oliveira Nunes – Suplente Externo
Centro Universitário do Vale do Jaguaribe - Unijagaribe

AGRADECIMENTOS

A jornada acadêmica é repleta de desafios e a escrita de uma dissertação é, sem dúvidas, um dos principais. Desenvolver uma pesquisa requer tempo, esforço e determinação. Escrever é uma tarefa difícil, muitas vezes solitária, mas muito enriquecedora. Nesse processo, o apoio é muito importante para que tenhamos força para seguir o trajeto e atingir a linha de chegada. Desse modo, agradecer é uma atitude primordial.

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, que me deu força e coragem para enfrentar as adversidades que surgiram durante o percurso.

Agradeço ao meu esposo, meus pais e familiares que me incentivaram e ofereceram todo o suporte, carinho, amor e atenção quando precisei. Vocês também fazem parte dessa realização!

Agradeço as amigas de longas datas e aquelas que fiz ao longo do mestrado. Vocês foram essenciais durante esse processo. Compartilhamos dores, medos, dúvidas, anseios e fomos o apoio uns dos outros nos momentos mais turbulentos.

Agradeço ao meu orientador, professor Albino Oliveira Nunes, por me guiar de maneira tão serena e acolhedora durante todo o percurso dessa pesquisa. Externalizo também o meu agradecimento ao professor Marcelo Nunes Coelho, meu coorientador, sempre muito atencioso e prestativo. Gratidão por abraçarem junto a mim essa pesquisa.

Agradeço aos professores formadores do IFRN, sujeitos dessa pesquisa, pela disponibilidade e atenção de prestarem suas contribuições para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ensino (POSENSINO) e a todos os professores do Programa pelos ricos momentos de aprendizagem proporcionados e construção de saberes durante as aulas.

Por fim, agradeço a Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior) que, ao longo do último ano de curso, me concedeu a possibilidade de ser bolsista, contribuindo para minha permanência e possibilitando experiências enriquecedoras mediante o estágio docente

RESUMO

Diversos estudos na área do ensino têm apontado o entendimento da Natureza da Ciência (NdC) como elemento fundamental para o processo de Alfabetização Científica (AC) dos indivíduos. Em virtude disso, se faz necessário discutir sobre a ciência, seus processos de produção, comunicação e validação em todos os níveis educativos, o que inclui, a formação inicial de professores. Partindo desses pressupostos, essa pesquisa foi delineada a partir do seguinte questionamento: Há um processo de Alfabetização Científica, no que tange a Natureza da Ciência, sendo desenvolvido nos cursos de Licenciatura em Química do IFRN? Como ele se procede? Para isso, esse trabalho apresenta como objetivo geral compreender se tem sido desenvolvido um processo de Alfabetização Científica, no tocante ao entendimento da natureza da ciência, na formação inicial de professores de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN e como ele está ocorrendo. Foi realizada uma pesquisa de métodos mistos, caráter exploratório e natureza básica. Os sujeitos da pesquisa foram professores formadores dos cursos de Licenciatura em Química do IFRN. O estudo foi desenvolvido em duas etapas: análise documental do PPC e a realização de entrevistas semiestruturadas com os professores. As informações obtidas foram analisadas mediante a análise de conteúdo associada ao software IRAMUTEQ. Os resultados oriundos da análise documental do PPC das licenciaturas apontaram para a presença de elementos que viabilizam a discussão sobre a AC, porém com algumas lacunas direcionadas ao eixo relativo à NdC, como a escassez de discussões dessa natureza nas disciplinas de caráter específico e a ausência de bibliografias relevantes no contexto da temática. Em relação às entrevistas, ficou perceptível que o termo “Natureza da Ciência” ainda não é muito claro para os professores, por mais que eles compreendam alguns elementos que dão subsídios a essa temática. Algumas práticas relatadas pelos professores como o uso de atividades investigativas, problematização e discussões sobre a história da ciência podem favorecer uma compreensão mais efetiva sobre a ciência. Contudo, são necessários avanços em relação a uma inserção mais concreta dessas discussões nos materiais didáticos e no currículo do curso, tendo em vista que foram dificuldades relatadas pelos docentes. Tais resultados, conduzem à reflexão acerca da importância de repensar os currículos de formação inicial de professores, de maneira a favorecer e ofertar subsídios para discussões efetivas sobre a ciência e seus processos, bem como buscar romper com visões equivocadas da ciência.

Palavras-Chave: Formação inicial. Química. Natureza da Ciência. Alfabetização Científica

ABSTRACT

Several studies in the field of education have pointed out the understanding of the Nature of Science (NOS) as a fundamental element for individuals' Scientific Literacy (SL) process. As a result, it is necessary to discuss science, its processes of production, communication, and validation at all educational levels, including initial teacher training. Based on these assumptions, this research was designed based on the following question: Is a process of Scientific Literacy, regarding the Nature of Science, being developed in the Chemistry Teaching degree courses at IFRN? How is it proceeding? For this purpose, this work presents as its general objective to understand whether a process of Scientific Literacy, regarding the understanding of the nature of science, has been developed in the initial teacher training of Chemistry teachers at the Federal Institute of Education, Science, and Technology of Rio Grande do Norte - IFRN, and how it is occurring. A mixed methods research was conducted, with an exploratory nature and basic characteristics. The research subjects were teacher educators from the Chemistry Teaching degree courses at IFRN. The study was developed in two stages: documentary analysis of the degree program's educational project and semi-structured interviews with the teachers. The information obtained was analyzed using content analysis associated with the IRAMUTEQ software. The results from the documentary analysis of the degree programs' educational projects pointed to the presence of elements that enable the discussion about SL, but with some gaps directed to the NOS axis, such as the scarcity of discussions of this nature in discipline-specific subjects and the absence of relevant bibliographies in the context of the theme. Regarding the interviews, it was evident that the term "Nature of Science" is not yet very clear to the teachers, even though they understand some elements that provide support for this theme. Some practices reported by the teachers, such as the use of investigative activities, problematization, and discussions about the history of science, can favor a more effective understanding of science. However, advances are needed in relation to a more concrete integration of these discussions into teaching materials and the curriculum of the course, considering that these were difficulties reported by the teachers. Such results lead to reflection on the importance of rethinking the initial teacher training curricula in a way that favors and provides support for effective discussions about science and its processes, as well as seeking to break away from misconceptions about science.

Keywords: Initial Formation. Chemistry. Nature of Science. Scientific Literacy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Necessidades formativas para professores de ciências	45
Quadro 1 - Saberes Docentes	46
Figura 2 - Etapas da pesquisa	53
Quadro 2 - Compreensão de termos, conceitos e conhecimentos	60
Quadro 3 - Natureza da ciência	62
Quadro 4- Disciplinas e conteúdos que podem favorecer a discussão sobre a NdC no PPC da licenciatura em Química do IFRN	63
Quadro 5 - Aspectos CTS	66
Figura 3 - Nuvem de Palavras	68
Figura 4 - Grafo de Similitude	69
Figura 5 - Dendrograma	70
Quadro 6 - Categorias de análise	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Alfabetização Científica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
IFRN	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
NdC	Natureza da Ciência
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a docência
PPC	Projeto Pedagógico do Curso
PPP	Projeto Político Pedagógico
ST	Segmentos de texto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: IDEIAS, DISCUSSÕES E REFLEXÕES	15
2.1	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UM TERMO E SEUS VÁRIOS SENTIDOS	15
2.2	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: CONCEITUAÇÃO, DIMENSÕES E ELEMENTOS FUNDAMENTAIS.....	17
2.3	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS	22
3	A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO	26
3.1	A CIÊNCIA E O MÉTODO CIENTÍFICO A PARTIR DE UMA VISÃO EPISTEMOLÓGICA.....	26
3.2	NATUREZA DA CIÊNCIA: ASPECTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS	32
3.3	A INSERÇÃO DE DISCUSSÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO E SUAS CONTRIBUIÇÕES	38
4	UM OLHAR PARA A FORMAÇÃO INICIAL	42
4.1	A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS E OS SABERES DOCENTES	42
5	METODOLOGIA	50
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	50
5.2	UNIVERSO DE ESTUDO	51
5.2.1	Local da Pesquisa	51
5.2.2	Sujeitos	51
5.3	AS ETAPAS DA PESQUISA	52
5.3.1	Análise documental	52
5.3.2	Entrevistas semiestruturadas	53
5.4	A ANÁLISE DOS DADOS.....	54
5.4.1	Análise de conteúdo.....	54
5.4.2	O Software IRAMUTEQ	55

6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
6.1	A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO PPC DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DO IFRN.....	57
6.1.1	Compreensão dos termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais	59
6.1.2	Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática	60
6.1.3	Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.	64
6.2	AS ENTREVISTAS (IRAMUTEQ).....	66
6.2.1	Um olhar geral para o <i>corpus</i>	67
6.2.2	As categorias de análise	69
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
	REFERÊNCIAS.....	82
	APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA PROFESSORES DE QUÍMICA	94
	APÊNDICE B - ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA PROFESSORES DE EPISTEMOLOGIA DA CIÊNCIA	95
	ANEXO A – TERMO ÁUDIO	96
	ANEXO B – TERMO IMAGEM	97
	ANEXO C - TCLE.....	98

1 INTRODUÇÃO

As transformações sociais, ocorridas na contemporaneidade, têm sugerido à área da educação e do ensino de ciências, a necessidade de reformulação dos seus pressupostos e objetivos educacionais (SOUZA; GARCIA, 2019). Há algum tempo questiona-se o modelo tradicional de ensino baseado na acumulação, transmissão e recepção de conteúdo (CUNHA, 2018; FREIRE, 1970). Esse modelo não se sustenta quando o objetivo é promover uma educação científica pautada na cidadania e na criticidade, pois não permite que o aluno participe do processo de construção do conhecimento e corrobora para uma visão restrita da ciência. Tal delineamento pode ocasionar a compreensão da ciência apenas como um corpo organizado de conhecimentos, ignorando que seu processo de construção é dado mediante inúmeros fatores (SHEID; FERRARI; DELIZOICOV, 2007).

Em vista disso, as pesquisas e documentos nacionais e internacionais têm defendido um ensino ciências pautado na realização de atividades que favoreçam a reflexão sobre a construção, a comunicação, a revisão e a validação do conhecimento científico e, para além disso, suas relações com a tecnologia e a sociedade (BRASIL, 2002; BRASIL, 2018; SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020; NRC, 1996). Desse modo, enfoca-se na importância de entender e refletir sobre a ciência e seus processos que, associados à tecnologia, impactam significativamente as dinâmicas sociais.

Tais pressupostos vão ao encontro de uma das principais finalidades do ensino de ciências atualmente, a promoção da Alfabetização Científica (AC). Chassot (2003, p.91) destaca que “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza.” Assim, a AC reflete um processo não somente de aprendizagens conceituais, mas também, dos modos de construção do conhecimento e das maneiras de atuar socialmente a partir de uma compreensão legítima da ciência (SILVA; SASSERON, 2021).

Contudo, esse processo não é uma iniciativa simples, tendo em vista os inúmeros desafios que o ensino de ciências enfrenta. Um desses desafios é despertar o interesse do aluno para a aprendizagem. Segundo Cachapuz *et al.* (2005), a recusa dos estudantes para aprender ciências pode estar relacionada a uma visão distorcida da ciência que se perpetua no ensino, o que conduz à necessidade de uma reflexão acerca da prática do ensino de ciências.

A respeito desse aspecto, a forma na qual as disciplinas de ciências da natureza são tratadas, na maioria das escolas, pouco contribui para o desenvolvimento de uma atitude crítica dos alunos (SASSERON, 2015), uma vez que os conteúdos se apresentam descontextualizados e distantes da realidade social dos discentes, o que contribui para a edificação de visões

distorcidas sobre a ciência. Portanto, torna-se essencial, a promoção de mudanças curriculares que colaborem com uma educação científica pautada em ideais de cidadania e criticidade, que anseie pelo rompimento de visões distorcidas da ciência.

Combater tais visões, sejam elas de professores ou alunos, pode colaborar para a promoção da AC, visto que uma compreensão mais adequada da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática se enquadra como um dos três eixos estruturantes da AC propostos por Sasseron e Carvalho (2011). Tais ideias tornam-se importantes quando compreendemos que os produtos da ciência não são de interesse apenas dos cientistas, mas devem, também, chegar ao conhecimento e entendimento da população.

Desse modo, as discussões sobre a NdC estão relacionadas ao estudo acerca de como a ciência é construída, validada e os diversos processos e inter-relações que são oriundas da produção do conhecimento científico e visam promover uma visão mais coerente e consistente da ciência. Nesse contexto, conhecer sobre a ciência, seus processos e produtos é algo fundamental a ser implementado no currículo, não somente nos currículos da educação básica, mas principalmente, nos cursos de formação de professores. Contudo, para que isso seja possível são necessárias mudanças na formação inicial e reflexões sobre a prática profissional docente (NRC, 2012).

De acordo com Cachapuz *et al.* (2005), o estudo das concepções sobre a NdC constitui-se como uma importante linha de investigação e sugere a necessidade de construir uma imagem mais adequada sobre a ciência e a atividade científica. Logo, considerando a importância de compreender o entendimento de professores acerca da natureza da ciência e refletir sobre ações desenvolvidas na formação inicial de professores de ciências, o presente trabalho norteia-se a partir da seguinte questão: Há um processo de Alfabetização científica, no que tange a Natureza da Ciência, sendo desenvolvido nos cursos de Licenciatura em Química do IFRN? Como ele procede?

Para responder a esse questionamento, o objetivo geral desta pesquisa é compreender se tem sido desenvolvido um processo de Alfabetização Científica, no tocante ao entendimento da natureza da ciência, na formação inicial de professores de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN e como ele ocorre. Para isso, elencamos como objetivos específicos:

- i) Identificar aspectos relativos à Alfabetização Científica no Projeto Pedagógico do Curso de licenciatura em Química do IFRN;
- ii) Analisar como os professores formadores compreendem e desenvolvem

práticas relativas à natureza do conhecimento científico.

Acreditamos que essa pesquisa seja relevante, no contexto acadêmico, por possibilitar reflexões sobre o processo de formação inicial de professores de Química e discutir percursos e percalços relativos à inserção de discussões sobre a NdC e a AC nesse cenário formativo. Esperamos, ainda, contribuir mediante as discussões intentadas no presente trabalho, com mudanças e melhorias no currículo da Licenciatura em Química do IFRN e, com isso, oportunizar avanços para o ensino de ciências das regiões atendidas por esses cursos.

Aliado a isso, ressaltamos a importância de conhecer a visão de professores e futuros professores sobre a NdC, por considerar que tais visões norteiam suas práticas pedagógicas e, conseqüentemente, a visão da ciência perpetuada no ensino. Cachapuz, Praia e Jorge (2004, p. 378) compactuam desse pensamento, ao afirmarem que “o modo como se ensina as Ciências tem a ver com o modo como se concebe a Ciência que se ensina”. Em razão disso, o sucesso de qualquer proposta curricular passa pelos professores, que necessitam vivenciá-la, compreendê-la e incorporá-la, antes de transpor para seus alunos (SILVA; CARVALHO, 2009). Desse modo, as concepções de professores em relação a NdC podem influenciar de forma direta a construção e condução dos saberes científicos escolares e, em razão disso, a visão de ciência oferecida aos discentes.

Diante do exposto, organizamos esse trabalho em seis capítulos, além desta introdução. No primeiro capítulo, direcionado a reflexões sobre a AC. Tecemos uma discussão partindo dos diferentes termos utilizados para referir-se a AC, bem como sua conceituação, dimensões e eixos. Finalizamos o capítulo abordando sua implementação no ensino de ciências.

No segundo capítulo, que trata sobre a NdC, apresentamos alguns aportes sobre a ciência e o método científico e dialogamos com ideias de autores como Karl Popper, Thomas Kuhn, Ludwik Fleck, Imre Lakatos e Paul Feyerabend. Aliado a isso, discutimos aspectos conceituais, abordagens da NdC e finalizamos o capítulo discorrendo sobre sua inserção em sala de aula e as principais contribuições para o ensino de ciências.

No terceiro capítulo, abordamos a formação inicial de professores de ciências a partir de um enfoque mais geral e, em seguida, discutimos sobre a NdC na formação inicial de professores de química. No quarto capítulo, apresentamos os percursos metodológicos percorridos ao longo do trabalho. Esses percursos englobam a apresentação das características da pesquisa, a escolha dos participantes e do universo de estudo, bem como os instrumentos de coleta e a análise dos dados.

Posteriormente, no quinto capítulo, discutimos os resultados da pesquisa, no qual

apresentamos a análise documental do PPC das licenciaturas em química do IFRN e os resultados referente a análise das entrevistas. Por fim, tecemos as considerações e reflexões oriundas do percurso que trilhamos, que apontam para os desafios e impressões que se destacaram ao término da pesquisa.

2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: IDEIAS, DISCUSSÕES E REFLEXÕES

2.1 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UM TERMO E SEUS VÁRIOS SENTIDOS

Discorrer sobre o conceito da AC nem sempre é uma tarefa simples, tendo em vista suas diversas interpretações, percepções, perspectivas e suposições, o que faz com que este seja, na maioria das vezes, um conceito difuso (LAUGKSCH, 2000). A polissemia se inicia com as diversas denominações que se derivam do termo inglês “*science literacy*”.

Sasseron e Carvalho (2011) destacam que a expressão inglesa vem sendo traduzida como “letramento científico” em alguns países, enquanto, a expressão francesa “*Alphabétisation Scientifique*” e a expressão espanhola “*Alfabetización Científica*” em termos literais, são traduzidas como “Alfabetização Científica”. Em Portugal utiliza-se o termo “literacia científica” (CARVALHO, 2009) e, na literatura nacional, relativa ao ensino de ciências, as divergências em relação ao termo ainda se tornam mais amplas e abarcam três termos: alfabetização científica, letramento científico e enculturação científica.

Para Carvalho (2009), o conceito de “literacia” refere-se tanto à capacidade de ler e escrever, quanto ao conhecimento, à aprendizagem e à educação. As autoras evidenciam que mesmo sem saber ler e escrever, uma pessoa pode adquirir conhecimento por meio de suas experiências. Porém, quando se trata dos conhecimentos relativos à ciência, há uma relação muito próxima entre o conhecimento e os processos de leitura e escrita. Por conseguinte, uma pessoa que não saber ler e escrever, provavelmente, terá dificuldades em construir conhecimentos científicos, tendo em vista que a ciência possui uma linguagem própria com símbolos e termos específicos.

Nesse contexto, outro termo que surge é o letramento científico. Santos (2007) adota o termo e justifica sua escolha a partir do significado que se reporta na tradição escolar, a qual considera que a alfabetização está relacionada ao domínio da leitura e escrita, enquanto, o letramento, relacionado ao uso social dos conceitos, envolvendo domínios e processos cognitivos de nível elevado. Para o autor, o letramento científico possibilita visões ampliadas para o ensino de ciências, à medida que incorpora a discussão de valores que podem corroborar com um olhar crítico em relação ao modelo de desenvolvimento científico e tecnológico.

Já as autoras Sasseron e Carvalho (2011), ao adotar o termo “alfabetização científica” destacam, assim como Santos (2007), a visão de um ensino de ciências voltado para a discussão e resolução de problemas que envolvam esferas científicas, tecnológicas e sociais, porém, percebem a alfabetização a partir de uma concepção distinta. As autoras baseiam a escolha do

termo na ideia de alfabetização difundida por Paulo Freire, ressaltando o papel da alfabetização no auxílio da capacidade de organização do pensamento lógico e da criticidade em relação ao mundo, por meio do estabelecimento de conexões.

Além dos termos já citados, a "enculturação científica" também ganha destaque nesse cenário. Para Carvalho (2007), a concepção de ensino de ciências como enculturação tem como objetivo desenvolver práticas diversificadas em sala de aula, que colaborem com a introdução dos alunos no universo das ciências, possibilitando a aquisição de novas linguagens e visões de mundo. Nesse sentido, a enculturação científica pode contribuir para que o estudante se envolva com a cultura científica e que, ao mesmo tempo, a relacione com outras culturas e com aquela construída socialmente ao longo da sua vida.

Dessa forma, por mais que existam termos e definições distintas para referir-se a AC, é possível perceber preocupações em comum entre seus defensores. Tais preocupações, estão direcionadas ao ensino de ciências e à mudança curricular, a partir do desenvolvimento de uma educação científica que privilegie o diálogo, a criticidade e uma formação cidadã, que permita que o estudante utilize os conhecimentos construídos para além dos muros da escola.

Em relação a isso, Santos (2007) destaca que mais importante do que o embate entre os vários termos utilizados, é a construção de uma visão de ensino associada à formação científico-cultural e humanística, centrada em valores. Desse modo, o ensino de ciências contribuiria para a formação não somente de indivíduos detentores de conhecimentos científicos, mas também, de indivíduos que analisam informações, refletem sobre elas de maneira crítica, dialogam, respeitam a opinião dos demais indivíduos e tomam decisões éticas e responsáveis.

Diante das discussões pleiteadas neste trabalho, optamos por utilizar o termo "Alfabetização Científica", por compreender a alfabetização, não somente como um processo de decodificação de símbolos, mas que auxilia os indivíduos na leitura do mundo. Freire (1967, p.117) evidência tais ideias ao afirmar:

Alfabetização é mais do que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio dessas técnicas, em termos conscientes. É entender o que se lê e escrever o que se entende. É comunicar-se graficamente. É uma incorporação. Implica, não uma memorização visual e mecânica de sentenças, de palavras, de sílabas, desgarradas de um universo existencial — coisas mortas ou semimortas — mas numa atitude de criação e recriação. Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto.

Logo, a alfabetização defendida por Freire possui um sentido amplo e libertador, que possibilita aos indivíduos criar e recriar significados. Compreender a alfabetização através desse viés, implica reconhecer a leitura e escrita como ferramentas de transformação social, à medida

que permitem ao indivíduo ampliar sua visão em relação ao que o cerca, e atuar de maneira consciente na sociedade.

Nessa perspectiva, a compreensão de AC defendida neste trabalho vai ao encontro das ideias de Freire (1967), pois acreditamos que esse processo pode possibilitar uma formação crítica e humana, que colabore com a utilização dos conhecimentos científicos para resolver problemas e tomar decisões sociais assertivas, diante de questões que envolvam a ciência e a tecnologia. Defendemos uma AC que busque a promoção de valores e atitudes que caminhem em direção a um senso de responsabilidade social.

2.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: CONCEITUAÇÃO, DIMENSÕES E ELEMENTOS FUNDAMENTAIS

Assim como os termos utilizados para se referir a AC, o seu conceito e suas dimensões também são diversos. Nesse sentido, apresentaremos algumas das principais definições, dimensões e aspectos discutidos na literatura brasileira e estrangeira em relação ao termo. Por fim, destacamos aquelas que julgamos mais adequadas.

Inicialmente, é fundamental compreender os principais pressupostos históricos que remontam a utilização do termo. Sasseron e Carvalho (2011), ao realizarem uma revisão bibliográfica do termo, destacam que em diversos trabalhos, o nome de Paul Hurd que é mencionado como o primeiro pesquisador a utilizar o termo *scientific literacy*. De acordo com as autoras, há um consenso na literatura que denota o surgimento do termo no livro publicado pelo autor em 1958, intitulado por “*Science Literacy: Its Meaning for American Schools*”.

Outro trabalho de Hurd que ganhou destaque foi o artigo “*Scientific Literacy: New Minds for a Changing World*”, publicado em 1998. Nesse trabalho, Hurd (1998) apresenta uma discussão histórica acerca do termo e destaca nomes como o de Francis Bacon, Thomas Jefferson e Herbert Spencer como influências importantes para o início da reflexão sobre os problemas no ensino de ciências e sobre a reformulação desse ensino. Ele enfatiza que essas discussões se intensificaram após a Segunda Guerra Mundial, em virtude das mudanças revolucionárias na natureza e na prática da ciência, assim como, seus impactos sociais, econômicos e políticos na nação (HURD, 1998).

Nessa mesma época, intensificaram-se as manifestações por parte dos grupos ativistas chamando a atenção para os riscos advindos da prosperidade tecnológica, que contribuíram com a criação do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS (CUTCLIFFE, 2003 *apud* CHRISPINO, 2017), cujos pressupostos dialogam de maneira intrínseca com a AC. Vale

salientar que foi a partir desse período que foram constituídos diversos conceitos, dimensões, grupos de interesse, e habilidades associadas a AC.

Para Chassot (2003), a AC auxilia os indivíduos a compreenderem fenômenos e problemas do cotidiano e desenvolverem um novo olhar para o que o cerca, percebendo que a ciência está em todos os âmbitos da sociedade. O autor destaca que seria desejável aos alfabetizados cientificamente, não só ampliarem sua leitura do mundo, mas perceberem a necessidade e possibilidade de transformá-lo. Na mesma linha de pensamento, Auler (2003) acentua o potencial transformador da AC mediante a leitura crítica do mundo contemporâneo, cuja dinâmica está associada ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

Outro trabalho que reflete sobre a AC é o de Teixeira (2013). Nesse trabalho, o autor considera que a leitura e a escrita são fundamentais para o desenvolvimento de uma AC, e coloca a leitura, a escrita e a ciência no mesmo patamar de importância, ao considerar que esses processos são essenciais para inserção dos indivíduos na sociedade. Para Teixeira (2013) aprender ciências deveria ter a mesma importância que aprender a ler e escrever. Ainda sobre a AC o autor afirma:

Pensar sobre os significados de alfabetização científica é pensar sobre as funções da educação científica, qual o seu papel, onde ela acontece e de que formas; é, em última instância, pensar sobre o que é educação científica, o que se pretende com tal educação, de que forma podemos alcançá-la e quais os modos pelos quais podemos avaliar se, de fato, os objetivos almejados foram alcançados (TEIXEIRA, 2013, p. 796)

Dessa forma, ao pensar em uma AC, mais importante do que buscar um denominador comum que a define, é planejar como colocá-la em prática, de modo a romper com a sua função de *slogan* ou mito irrealizável, como discutido em Cachapuz *et al* (2005). Assim, é essencial sair do patamar discursivo e buscar estratégias que favoreçam a implementação da AC na prática.

Diante das ideias apresentadas pelos autores mencionados e concordando com Lorenzetti e Delizoicov (2001), consideramos que a AC é um processo que percorre toda a vida do indivíduo e contribui para que a linguagem da ciência adquira significado e amplie sua cultura e seus conhecimentos. Nessa perspectiva, a escola sozinha, dissociada do contexto, não consegue alfabetizar cientificamente os indivíduos, há uma série de espaços e meios que podem auxiliar nesse processo.

Nesse sentido, museus, teatros, exposições, jardins botânicos e zoológicos, também são ambientes propícios para pensar ações voltadas à AC (CARVALHO, 2009). Partindo desse pressuposto, torna-se importante compreender quem são os interessados na promoção da AC.

Carvalho (2009) apontou três grupos de interesse: *i)* investigadores e professores de educação em ciências; *ii)* investigadores em ciências sociais; e *iii)* divulgadores da ciência.

- i)* *Investigadores e professores de educação em ciências* - focalizam em aspectos curriculares desde a pré-escola até o ensino superior e, assim, preocupam-se com os objetivos da educação em ciências, a integração das atitudes, valores, competências pessoais e sociais ao currículo, com a qualidade e natureza dos recursos pedagógicos e, por fim, com os processos de avaliação utilizados para estimar se os objetivos de aprendizagem foram alcançados.
- ii)* *Investigadores em ciências sociais* – preocupam-se com assuntos relacionados às políticas voltadas à ciência e à tecnologia (Miller, 1992 *apud* Carvalho 2009) e à participação dos sujeitos nos assuntos de cunho científico e tecnológico.
- iii)* *Divulgadores da ciência* - Realizam a divulgação científica, seja em ambientes formais ou informais.

Assim, fica notório que não existe somente o interesse educacional direcionado à AC. Esse interesse é, também, conduzido pela esfera social. Logo, o público-alvo é diverso e vai desde estudantes até indivíduos que não frequentam a escola. Para Laugksch (2000), o primeiro grupo, *Investigadores e professores de educação em ciências* tem seu direcionamento voltado para as os estudantes do ensino básico e superior. O segundo grupo, *os investigadores em ciências sociais* têm sua preferência voltada aos indivíduos fora do sistema escolar, geralmente adultos, e por fim, o terceiro grupo, *os Divulgadores da ciência*, têm interesse nos diversos grupos: crianças, adolescentes, jovens e adultos.

Na literatura sobre o tema, são discutidos também dimensões, níveis e eixos da AC. Iniciaremos discutindo o trabalho de Shen (1975) e finalizaremos com os eixos propostos por Sasseron e Carvalho (2011). Shen (1975) propõe três categorias para a AC: *i)* prática; *ii)* cívica e *iii)* Cultural.

- i)* *Prática* – Conhecimentos científicos básicos para lidar com as necessidades do cotidiano e resolver problemas práticos voltados a temas como alimentação, saúde, agricultura e sobrevivência.
- ii)* *Cívica* – Compreensão da ciência e dos assuntos públicos relacionados a ela, de modo a possibilitar ao indivíduo o envolvimento em processos e decisões democráticas.

- iii) *Cultural* - Está relacionada ao interesse de cidadãos por assuntos que envolvem a ciência, mesmo que estes não estejam relacionados a suas atividades cotidianas ou profissionais.

Ao discutir tais categorias, Shen (1975) destaca que entre elas a mais urgente é a AC prática e aquela que atinge a minoria da população é a AC cultural. Isso pode estar relacionado com a ideia de que os conhecimentos aos quais se referem a AC prática são básicos e podem ser utilizados em diversas atividades diárias e, desse modo, facilitar a vida e contribuir para amenizar a desinformação das pessoas. Enquanto, a AC cultural exige uma certa proximidade e afinidade com a ciência e torna-se mais difícil de ser atingida.

Desse modo, os conhecimentos práticos, que permitem a tomada de decisões em relação a problemas que envolvem a ciência e a tecnologia, devem ser amplamente discutidos na educação. Fourez (1995) defende esse ponto de vista ao discutir sobre a vulgarização da ciência. O autor considera que essa vulgarização não deve assumir um caráter de “verniz do saber”, no qual apresenta-se as maravilhas da ciência e o conhecimento torna-se um elemento de difícil compreensão para a população. Ao contrário disso, ele ressalta que a vulgarização da ciência deve conferir “poder” a população. Esse poder está relacionado à oferta de conhecimentos práticos que possibilitem a participação em decisões importantes, sejam elas de caráter individual ou coletivo.

Ainda nesse contexto, Fourez (1994) *apud* Sasseron e Carvalho (2011, p.67-70) aponta uma série de habilidades necessárias para que uma pessoa seja considerada alfabetizada cientificamente, são elas:

- Utiliza os conceitos científicos, é capaz de integrar valores e sabe fazer uso deles para tomar decisões responsáveis no dia a dia.
- Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e as tecnologias refletem a sociedade.
- Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias por meio do viés das subvenções que a elas concede.
- Reconhece também os limites da utilidade das ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano.
- Conhece os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e é capaz de aplicá-los.
- Aprecia as ciências e as tecnologias pela estimulação intelectual que elas suscitam.
- Compreende que a produção dos saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos.
- Faz a distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal.
- Reconhece a origem da ciência e compreende que o saber científico é provisório, e sujeito a mudanças a depender do acúmulo de resultados.
- Compreende as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações.
- Possua suficientes saberes e experiência para apreciar o valor da pesquisa e do

desenvolvimento tecnológico.

- Extraia da formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante
- Conheça as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorra a elas quando diante de situações de tomada de decisões.
- Uma certa compreensão da maneira como as ciências e as tecnologias foram produzidas ao longo da história.

As habilidades apresentadas evidenciam características de uma educação científica cidadã, que busca a participação social mediante o desenvolvimento de valores e atitudes que direcionam os indivíduos à compreensão e à tomada de decisão responsável em relação à ciência e a tecnologia. Por compreender a AC como um processo, acreditamos que essas habilidades possam ser construídas ao longo da vida dos indivíduos.

Considerando tais habilidades e os referenciais mencionados, além de outros que abordam categorias e níveis de AC, Sasseron e Carvalho (2011) propuseram três eixos estruturantes da AC. Tais eixos orientam a elaboração, planejamento e propostas a serem desenvolvidas em sala de aula.

O primeiro dos eixos refere-se à *compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais* e possibilita trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para aplicação em situações diárias. Sasseron e Carvalho (2011, p. 75) destacam que esse eixo é importante quando se considera a “necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia a dia”.

O segundo eixo proposto pelas autoras está voltado à *compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática*. Esse eixo é direcionado a compreensão da ciência como um conjunto de saberes em constante mudança, que vão desde a aquisição até a síntese e decodificação dos resultados que dão origem aos saberes científicos. Em relação a seu desenvolvimento em sala de aula, esse eixo orienta discussões para o caráter humano e social da ciência e do processo de investigação científica.

O terceiro eixo compreende a *entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente*. Esse eixo trata do reconhecimento da relação existente entre estas esferas e, assim, da compreensão das inter-relações entre essas áreas. O referido eixo, também, conduz à necessidade de discutir e compreender as aplicações de conhecimentos oriundos da ciência e considerar as ações provenientes de sua utilização.

Consideramos que os eixos propostos por Sasseron e Carvalho (2011) podem conduzir a um processo de AC que auxilie os indivíduos em atividades diárias, bem como contribuam com o estímulo à criticidade e à reflexão sobre questões sociocientíficas. Nesse sentido, enfatizamos que nossa compreensão de AC tem por base tais eixos e, para a referida pesquisa,

foi dado enfoque ao segundo eixo, que trata da natureza do conhecimento científico, que é pauta do segundo capítulo de nossa fundamentação teórica. Antes de discutir sobre a NdC, teceremos alguns apontamentos e reflexões sobre AC e o ensino de ciências.

2.3 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Há um consenso na literatura, ao tratar a AC como um dos principais objetivos do ensino de ciências (CARVALHO, 2009; SASSERON, 2015). Isso pode ser justificado em virtude da importância de promover a cultura científica, tendo em vista o contexto da sociedade contemporânea, que enfrenta mudanças constantes, nas quais, a ciência e a tecnologia exercem forte influência.

A partir de tais pressupostos, o ensino de ciências pode contribuir para melhorar a compreensão de mundo dos indivíduos, estimular a criticidade, conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias para analisar, julgar e posicionar-se de modo consciente diante de problemas cotidianos (VIECHENESKI; CARLETTTO, 2013). Assim, o planejamento de propostas para o ensino de ciências pautadas na AC pode ser útil contra a desinformação científica, o que leva grande parte das pessoas a acreditarem em informações falsas que circulam na sociedade e na mídia. Sasseron e Carvalho (2011) enfatizam a importância de questionamentos e discussões em sala de aula numa perspectiva ampla:

É preciso que o ensino não se centre somente na manipulação de materiais para a resolução de problemas associados a fenômenos naturais, mas que privilegie questionamentos e discussões que tragam à pauta as múltiplas e mútuas influências entre o fenômeno em si, seu conhecimento pela comunidade científica, o uso que esta comunidade e a sociedade como um todo fazem do conhecimento, além das implicações que isso representa para a sociedade, o meio-ambiente, o futuro de cada um de nós, de todos e do planeta. (SASSERON; CARVALHO, 2011, p.73)

Dessa forma, as discussões em sala de aula devem ir além da manipulação de ferramentas de laboratório, precisam privilegiar uma discussão ampla e que abarque um problema através de suas mais variadas vertentes, evidenciando suas implicações nos mais diversos âmbitos.

Costa e Lorenzetti (2020) implementaram uma sequência didática sobre crustáceos no 7º ano do ensino fundamental em uma escola pública do estado do Paraná. Essa sequência foi construída tendo como base os parâmetros da Alfabetização científica e envolvia conhecimentos científicos, sociais, econômicos e ambientais em torno da temática. Tal sequência era composta por música, vídeos, reportagens e textos científicos. Durante a aplicação foram levantadas questões problematizadores e atividades nas quais os alunos

precisavam refletir e expor suas opiniões. Ao longo da aplicação, os autores notaram o desenvolvimento de um olhar crítico diante das discussões que envolviam questões ambientais, econômicas e sociais relacionadas aos crustáceos, o que indica indícios do entendimento das relações CTS e do desenvolvimento de um processo de AC.

Miranda, Suar e Marcondes (2016) avaliaram a aplicação de uma unidade didática sobre o conteúdo de diluição de soluções desenvolvida por uma licencianda que buscava promover a AC a partir do ensino investigativo. A sequência didática foi aplicada no ensino médio e, ao longo das aulas, os autores notaram o engajamento dos estudantes, autonomia e o desenvolvimento de indicadores de AC como levantamento de hipótese, explicação, raciocínio lógico e raciocínio proporcional.

Outro trabalho que buscou promover a AC, dessa vez nos anos iniciais, foi o estudo de Brito e Fireman (2016). Os autores aplicaram uma sequência didática com a temática “de onde vem o arco-íris?” em uma turma do 5º ano do ensino fundamental. Os autores aliaram ensino investigativo, atividades lúdicas e exposição de vídeos da série “de onde vem?” para aguçar a curiosidade e promover a reflexão dos estudantes. Ao término da aplicação, os autores relataram que os estudantes se mostraram o interesse e mostraram-se curiosos diante do problema e conseguiram desenvolver habilidades como a manipulação de variáveis, questionamento de evidências, pensamento crítico, raciocínio e argumentação.

Os trabalhos desenvolvidos pelos autores contemplam habilidades e competências que vão ao encontro de um processo de AC num sentido amplo. Auler e Delizoicov (2001) ressaltam que a AC, quando desenvolvida numa perspectiva ampliada, torna possível que os conteúdos sejam utilizados como meios para compreender temáticas sociais relevantes. Eles afirmam que a AC ampliada atua na busca pela compreensão das interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e a discussão dos mitos que estão vinculados à ciência e à tecnologia.

Assim como Auler e Delizoicov (2001), acreditamos que pensar na AC numa perspectiva ampliada pode ser um caminho para mudanças positivas no ensino de ciências. Mudanças essas, que possibilitem ao aluno desenvolver um posicionamento crítico diante das situações que lhe são apresentadas, rompendo com as visões ingênuas da ciência e da tecnologia. Porém, para isso, é fundamental romper com o ensino puramente conceitual.

Teixeira (2013) destaca que o conhecimento em si não pode ser o objetivo central do ensino, mas, um meio para corroborar com a formação de pessoas que são capazes de analisar e relacionar informações. Ressalta, ainda, que o ensino de ciências baseado em objetivos educacionais mais amplos, que ultrapassa conhecimentos e procedimentos, requer práticas pedagógicas que envolvam o pensamento crítico, e a mobilização intencional de recursos

cognitivos e metacognitivos. Nesse sentido, destaca-se a importância de trabalhar valores e atitudes, tendo em vista que estes atributos são fundamentais para uma AC na perspectiva crítica e humanística.

Isso torna-se ainda mais necessário, quando é almejado formar cidadãos ativos e agentes sociais, numa sociedade científica e tecnologicamente avançada. Para tal fim, é exigido mais do que a capacidade de executar tarefas. Requer a capacidade de ir além do que se aprende em sala de aula, aplicando o conhecimento construído e capacidades de pensamento para dialogar com o outro, argumentando e contra-argumentando e, assim, atuando ativamente na resolução de problemas (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2016).

Nesse olhar, acerca do pensamento crítico, discutido por Tenreiro-Vieira e Vieira (2016), são destacados elementos importantes como a tomada de decisão, o diálogo, a argumentação, e o respeito pela opinião do outro. Assim, fica evidente que os conceitos são importantes, porém, valores, capacidades e atitudes também são essenciais para que os alunos argumentem, expressem seu ponto de vista e dialoguem de maneira efetiva.

A educação científica crítica é discutida, também, por Santos (2008), que salienta a importância de buscar estratégias para conduzir o ensino de modo a questionar modelos e valores relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico, incentivando os cidadãos a participarem das decisões tecnocráticas. Tais ideias conduzem a um senso de participação social, refletindo que não só aqueles que possuem conhecimentos técnicos sobre a ciência e a tecnologia podem tomar decisões nesse âmbito, mas, o restante da população, também, pode e deve participar dessas decisões.

Além da perspectiva crítica, Santos (2008) direciona a pensar o ensino de ciências a partir de uma visão humanística. Para o autor, é necessária uma educação que favoreça pensar nas possibilidades humanas e seus valores e que considere a condição existencial, o que implica refletir sobre as condições de opressão, fortemente influenciada pelos valores de dominação, poder e exploração que, muitas vezes, são colocadas em um patamar acima das condições humanas.

Tais reflexões se tornam necessárias na sociedade atual, a qual preconiza o capital a todo custo, o que pode conduzir a desconsiderar valores humanos, que questionem a lógica do consumismo que prevalece na sociedade. Freire ao tratar da educação como um processo humanístico, destaca que a problematização no ensino

Parte exatamente do caráter histórico e da historicidade dos homens. Por isto mesmo é que os reconhece como seres que estão sendo, como seres inacabados, inconclusos, em e com uma realidade, que sendo histórica também, é igualmente inacabada [...]. Aí

se encontram as raízes da educação, como manifestação exclusivamente humana. Isto é, na inconclusão dos homens e na consciência que dela têm. Daí que seja a educação um que-fazer permanente (FREIRE, 1970, p.49)

Assim, quando se assume o objetivo de desenvolver um ensino crítico e problematizador, é assumido, também, o compromisso de perceber o homem como um ser singular, carregado de experiências e significados que compõem sua existência, sendo essencial dessa forma, trabalhar o contexto no qual os indivíduos estão inseridos. Logo, a educação deve ser uma atividade que possibilite aos indivíduos refletirem, questionar e modificar sua realidade social.

Destaca-se ainda, outro ponto quando se planeja uma AC a partir de tais entendimentos: a possibilidade de inclusão social. Chassot (2003) preconiza a necessidade de fazer com que a ciência não seja apenas entendida parcialmente pela população, mas, que seja facilitadora do ser e fazer parte do mundo. Assim, a democratização do conhecimento e o desenvolvimento de atitudes e valores é importante, pois corrobora com a participação social e com a inclusão dos indivíduos em decisões e temas socialmente relevantes.

O ensino de ciências pautado nos pressupostos aqui mencionados pode assumir, assim como destaca Viecheneski e Carletto (2013), um papel significativo para a formação, mas, necessita que o professor desenvolva em sua prática ações articuladas às diversas áreas do conhecimento, conduzidas através do diálogo, da interação social e da colaboração dos sujeitos aprendentes. Nessa linha de pensamento, Nunes e Dantas (2012) ressaltam a importância de inserir nas licenciaturas em ciências discussões voltadas à natureza do conhecimento científico, como forma de contribuir para a problematização dos conhecimentos no que tange às relações entre ciência, tecnologia e sociedade e, romper com visões positivistas da ciência.

3 A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

3.1 A CIÊNCIA E O MÉTODO CIENTÍFICO A PARTIR DE UMA VISÃO EPISTEMOLÓGICA

Definir um conceito para a palavra “ciência” torna-se um desafio diante da complexidade que a envolve. À vista disso, por mais que o entendimento sobre a ciência tenha se modificado ao longo dos anos, algumas concepções distorcidas do conhecimento científico ainda continuam presentes. Desse modo, começaremos por apresentar uma definição que, para muitos, ainda é válida. Essa definição considera o conhecimento científico como um conhecimento cientificamente comprovado, no qual as teorias são elaboradas a partir da observação rigorosa de dados da experiência, não havendo espaço, nesse processo, para preferências e suposições do pesquisador (CHALMERS, 1993).

Essa definição tem por base as ideias de Francis Bacon, um dos primeiros filósofos a tentar definir um método (O Método) na ciência moderna. Consideramos, assim como Chalmers (1993), em seu livro “O que é a ciência afinal?”, que essa é uma concepção simplista e equivocada do conhecimento científico, que leva a desencontros e controvérsias. Um dos problemas associados a essa concepção, de acordo com o autor, é o indutivismo ingênuo.

O problema da indução foi levantado, inicialmente, por David Hume e discutido, em seus pormenores, por Karl Popper nos livros “A lógica da pesquisa científica” e “Os dois problemas principais da teoria do conhecimento” (POPPER; 2006, 2013). Tal problema está associado ao questionamento de verdades universais que tenham por base a experiência. Para o indutivista ingênuo, a base do conhecimento científico é construída por meio da indução sustentada na observação, na qual suas proposições não permitem a inclusão de elementos pessoais, subjetivos, e podem ser averiguadas pelo uso normal dos sentidos (CHALMERS, 1993). Nesse sentido, o indutivismo, num viés ingênuo, se torna atraente por conduzir a interpretações já enraizadas e perpetuadas na sociedade acerca do caráter da ciência, sua capacidade de explicação, previsão de fenômenos e confiabilidade.

Para Popper, não seria possível deduzir enunciados universais (leis ou hipóteses), a partir de enunciados singulares (aqueles que são construídos a partir da observação). Ele acredita que por mais que o cientista acumule uma quantidade significativa de dados oriundos da observação, estes não serão suficientes para produzir um enunciado universal (POPPER, 2006).

Assim, na compreensão de Popper, a verificação não seria um critério de demarcação da ciência, mas sim, o falseamento. Em síntese, o critério de demarcação, seria aquele que permite traçar uma linha entre o que é ciência e o que não é ciência. Porém, Popper (2008) ressalta que essa linha demarcatória não teria o intuito de excluir a metafísica da linguagem significativa, uma vez que grande parte dos conhecimentos científicos se originaram de mitos, mas ela a separa da ciência.

Ao propor o falseamento como critério de demarcação da ciência, o autor preconiza que os enunciados da ciência empírica devem ser passíveis de logicamente serem julgados e falseados. Sobre isso, ele afirma:

Não exigirei que um sistema científico seja suscetível de ser dado como válido, de uma vez por todas, em sentido positivo; exigirei, porém, que sua forma lógica seja tal que se torne possível validá-lo através de recurso e provas empíricas, em sentido negativo: deve ser possível refutar, pela experiência, um sistema científico empírico (POPPER, 2006, p.42).

Nessa perspectiva, para Popper, toda proposição que possa ser refutada por experiência empírica observável é uma proposição científica. A partir desse pressuposto, ele conduz ao entendimento de que os cientistas precisam avaliar uma teoria de acordo com a sua capacidade de ser exposta e resistir a críticas diversas. Tais ideias estão em consonância com o que ele intitula por método hipotético dedutivo. Partindo desse método, a pesquisa científica se origina da tentativa de resolver um problema através da elaboração de hipóteses, que só serão aceitas mediante a realização de testes, os mais variados possíveis, de modo a promover a crítica e a discussão, a fim de verificar a sobrevivência de tais hipóteses (MARCONI; LAKATOS, 2010).

A ciência adquire, então, um caráter provisório e de aproximação, uma vez que as teorias passam a ser conjecturas, ou seja, hipóteses falsificáveis. Popper (2006, p.94) enfatiza essa ideia quando afirma: “Sempre nos encontramos numa situação problemática e escolhemos um problema que esperamos poder solucionar. A solução, que sempre tem o caráter de tentativa, consiste numa teoria, numa hipótese, numa conjectura”. A partir dessa linha de raciocínio, não se buscam verdades absolutas, mas aproximações da verdade.

As ideias de Popper, apesar de apresentarem críticas e, de acordo com nosso ponto de vista, um caráter ainda empirista, influenciaram a maneira de compreender o conhecimento científico, sua construção e validade, colaborando com novos debates e proposições por outros filósofos.

Outro nome de destaque, ainda no século XX, por suas discussões relativas ao método científico é o de Thomas Kuhn, um físico norte-americano que introduziu em seu livro “*The*

structure of scientific revolutions”, ou “a estrutura das revoluções científicas”, publicado pela primeira vez em 1962, conceitos como ciência normal, paradigma científico, crise e revolução científica.

Para Kuhn, a ciência normal é constituída por atividades a serem realizadas pelos cientistas, como a resolução de problemas teóricos ou experimentais, sustentadas a partir de um paradigma científico. O conceito de “paradigma científico” é motivo de divergências ao considerar seu caráter polissêmico no livro “A estrutura das revoluções científicas”. A filósofa Margaret Masterman, ao analisar a obra, identificou, pelo menos, 21 compreensões diferentes para o termo (MASTERMAN, 1979). Kuhn reconhece no posfácio de seu livro que a compreensão do termo é uma das principais dificuldades de seu texto original, mas, afirma: esse é o ponto mais obscuro e mais importante do meu texto original (KUHN, 2017, p.288).

Para Masterman, a dificuldade de uma compreensão mais concreta sobre o termo pode refletir no entendimento dos demais conceitos apresentados por Kuhn na obra, uma vez que tais conceitos estão articulados. A autora organiza as diversas compreensões sobre o termo em três grupos: os paradigmas de construção, os paradigmas sociológicos e os paradigmas metafísicos (MASTERMAN, 1979)

Para ela, o primeiro grupo, os “paradigmas de construção” conduzem a interpretação do paradigma como algo mais instrumental e concreto, aplicado na resolução de problemas. Enquanto, o olhar para o paradigma através de um viés “sociológico” reflete um conjunto de hábitos realizados pela prática científica, assim como, um conjunto de normas fundadoras da própria prática científica. Por fim, os “paradigmas metafísicos” representam a compreensão de paradigma como um conjunto de crenças, uma nova maneira de visualizar um fenômeno, um princípio organizador da percepção (MASTERMAN, 1979).

Ainda no posfácio do livro, Kuhn afirma que o termo “paradigma” foi utilizado na maior parte das vezes com sentidos diferentes. De um lado, sugerindo um conjunto de crenças, valores, técnicas, métodos e visões de mundo compartilhado por membros de uma comunidade científica e, por outro, representando as soluções concretas de quebra-cabeças empregadas como modelos ou exemplos, que podem ser aplicados a problemas da ciência normal (KUHN, 2017).

Desse modo, o primeiro sentido, apontado por Kuhn, contempla um viés mais sociológico, enquanto, o segundo representa um olhar mais concreto, procedimental. Nessa perspectiva, os paradigmas corresponderiam a realizações científicas amplamente reconhecidas que fornecem problemas e soluções para a comunidade científica. No que diz respeito à relação da ciência normal e paradigma, Kuhn destaca:

A ciência normal não tem como objetivo trazer à tona novas espécies de fenômenos; na verdade, aqueles que não se ajustam aos limites do paradigma frequentemente nem são vistos. [...] Em vez disso, a pesquisa científica normal está dirigida para a articulação daqueles fenômenos e teorias já fornecidos pelo paradigma (KUHN, 2017, p.89)

Desse modo, a ciência normal não busca investigar fenômenos que fogem dos limites do paradigma. Seu foco está centrado em ampliar o conhecimento dentro do paradigma vigente. Isso implica no entendimento de que o cientista normal acredita que o paradigma fornece os meios para a resolução de problemas que venham a surgir no interior de sua estrutura (KUHN, 2017). Assim, quando um problema apresenta divergência e não pode ser resolvido, a responsabilidade de tal falha passa a ser do pesquisador e não do paradigma vigente, uma vez que o cientista normal acredita fielmente no paradigma.

Porém, a emergência de muitos problemas ou perturbações no paradigma vigente, também chamados de “anomalias”, podem acarretar uma crise do paradigma atual. Kuhn considera a crise como um pré-requisito para emergir um novo paradigma que é incomensurável ao anterior, ou seja, distinto e incompatível, o que provoca uma competição entre os paradigmas, promovendo um período que ele intitula como período de “ciência extraordinária” (KUHN, 2017). É durante esse período que ocorrem as “revoluções científicas”, que representam o abandono de um paradigma, em detrimento da adoção de um novo paradigma pela comunidade científica (KUHN, 2017). Desse modo, quando ocorre uma descoberta científica, assim como, o surgimento de um novo paradigma, são desencadeadas alterações da visão de mundo do cientista, ou seja, na forma como ele enxerga o que está à sua volta.

Algumas críticas a Kuhn direcionam-se à incomensurabilidade relativa aos paradigmas que ele trata em seu livro. Tal crítica baseia-se no entendimento de que se os paradigmas são incomensuráveis, não haveria como fazer comparações entre eles, ou então, compreender o fim de um paradigma e o início de outro de maneira lógica.

Apesar das críticas, consideramos que as ideias de Kuhn contribuíram de maneira significativa para o direcionamento de um novo olhar para a ciência, de modo a compreender que ela não caminha de modo linear. Melo (2016) destaca que em virtude do trabalho de Kuhn, o conhecimento científico passou a ser compreendido mediante um viés histórico e humanístico.

Outro ponto de vista, acerca da produção da ciência, que parte de um olhar sociológico, tendo como principal enfoque as interações sociais, é o de Ludwik Fleck. Fleck foi um médico e biólogo de origem judaico-polonesa que publicou, em 1935, o livro “Gênese e desenvolvimento de um fato científico” (FLECK, 1986). No referido livro, ele aborda o

processo de produção do conhecimento e da formação do “fato científico”, a partir da história da sífilis, e discute conceitos como estilo de pensamento e coletivos de pensamento (BARBOSA, PEREIRA, 2017). Tudo indica que Kuhn construiu muito de sua abordagem a partir de reflexões sobre a abordagem de Fleck. Isso fica claro no prefácio de “A estrutura das revoluções científicas” onde Kuhn faz uma das poucas citações que recebeu o trabalho de Fleck. Esse fato contribuiu para dar maior notoriedade a Fleck e fez com que sua obra fosse traduzida em diversos países no fim do século XX.

Para Fleck a produção científica deve englobar o diálogo entre filósofos, historiadores, sociólogos, antropólogos e outros profissionais, que possuem estilos de pensamento diferentes e específicos. Assim, o referido diálogo e as trocas entre os diferentes fatos, conceitos e estilos de pensamento contribuem para a produção do conhecimento científico, à medida em que os fatos produzidos por determinado grupo são incorporados por outros grupos e são descritos de acordo com seu estilo de pensamento (LÖWY, 1994)

Estilo de pensamento, de acordo com o autor, representa uma maneira específica de pensar e interpretar determinados fenômenos. É possível identificar semelhanças entre esse conceito e a ideia de “paradigma” de Thomas Kuhn, uma vez que ambos remetem, em algum momento, a modos de pensar, crenças e valores aceitos por um determinado grupo de cientistas. Porém o conceito de estilo de pensamento está ancorado numa perspectiva de evolução gradual, enquanto a ideia de paradigma de Kuhn apoia-se num viés de ruptura repentina (SOUZA; AIRES, 2019)

Em torno dos estilos de pensamentos se estrutura outro conceito adotado por Fleck, os coletivos de pensamento. Um coletivo de pensamento corresponde a um grupo de pessoas que trocam ideias e interagem intelectualmente, construindo um estilo de pensamento coletivo (BARBOSA; PEREIRA, 2017). Tal conceito também mantém relação com a “comunidade científica” de Kuhn, uma vez que essa relação remete ao conceito de paradigma. O paradigma, de forma geral, representa o conjunto de ideias, métodos e valores compartilhados por uma comunidade científica, enquanto a comunidade científica é formada por indivíduos e instituições que trabalham dentro desse paradigma específico e, dessa forma, adotam um estilo de pensamento próprio.

Fleck diferencia dois círculos de coletivos de pensamento, o esotérico e o exotérico. O esotérico se refere a um grupo formado por especialistas num determinado campo do conhecimento, enquanto, o exotérico é representado por leigos e não especialistas. Para Fleck (1986), o saber exotérico surge a partir das atividades de divulgação popular, que buscam simplificar a ciência.

Logo, o ato de conhecer passa a ser uma atividade social, quando se considera a contribuição coletiva na construção do conhecimento científico que, para Fleck (1986), é construído por interfaces históricas, sociais e culturais. O autor compreende que os conceitos e explicações científicas adotadas por um determinado grupo (coletivo de pensamento) dialogam com o estilo de pensamento da época.

Ainda no século XX, outra epistemologia que se destaca é a de Imre Lakatos, com a metodologia dos Programas de Pesquisa Científica, que se constituem como uma explicação lógica para o desenvolvimento da ciência e representam os percursos a serem seguidos ao longo de uma investigação científica. Os Programas de Pesquisa Científica, de acordo com Lakatos (1989), estão alicerçados em três estruturas principais: o “núcleo firme”, o “cinturão protetor” e as “heurísticas”. O núcleo firme são os pressupostos base, que dão sustentação a um programa de pesquisa, sendo considerado irrefutável, provisoriamente, por decisão metodológica de seus defensores. Em torno do núcleo firme existe o “cinturão protetor” que é composto por hipóteses e teorias que dão aporte ao núcleo firme, que pode ser ampliado e modificado no decorrer de um programa.

Ainda nesse contexto, Lakatos postula as heurísticas positivas e negativas. Uma heurística positiva consiste num conjunto de ideias, ou regras, que direcionam o pesquisador em relação a mudanças, ao desenvolvimento e a ampliação do programa de pesquisa e do cinturão protetor, enquanto a heurística negativa irá direcionar o pesquisador em relação a caminhos que ele deve evitar.

Lakatos considera um processo racional e que demanda tempo para a superação de um programa por outro. Para ele, um programa é substituído por outro quando o novo programa “prediz progressivamente tudo o que o seu rival corretamente prediz, e algumas coisas adicionais” (LAKATOS, 1989, p. 231). Desse modo, ao passo que surge um novo programa que apresente progressão em relação ao conteúdo do programa vigente, é provável que o programa vigente seja abandonado gradualmente.

Ainda no sentido de discutir a ciência e o método científico, outro nome de destaque é o de Paul Feyerabend, filósofo da ciência, escritor do livro “Contra o método”, publicado pela primeira vez em 1975. Feyerabend em sua obra faz uma crítica à ideia da existência de um “método científico universal” e defende que o sucesso científico não pode ser explicado de modo simples, uma vez que os eventos, procedimentos e resultados científicos não apresentam uma estrutura comum, nem seguem padrões gerais. Essa ideia fica evidente quando o autor afirma: “A pesquisa bem-sucedida não obedece a padrões gerais; depende, em um momento, de um certo truque, e, em outro momento, de outro” (FEYERABEND, 2007, p 19-20).

Para Feyerabend, o racionalismo metodológico pode inibir características subjetivas como a criatividade, imaginação, emoção e a singularidade dos indivíduos. Desse modo, é deixado de lado as ideias individuais e escolhas para seguir o padrão de um método único. Ele defende que a ciência não necessariamente se inicia com um problema, assim como não expande seus conhecimentos de modo crescente e cumulativo, mas ela é repleta de idas e vindas, nas quais algumas teorias que surgem não dialogam com seus antecedentes (FEYERABEND, 2007)

Outro ponto que ele ressalta em sua obra é que a ciência não se sobrepõe a outras formas de conhecimento e rejeita as comparações que os cientistas fazem com outras tradições, encarando tais tradições ou formas de conhecimento como superficiais (CHALMERS, 1993). Aliado a isso, Feyerabend defende uma atitude humanitária, que dê liberdade aos indivíduos de escolherem entre a ciência e outras formas de conhecimento.

À vista do exposto, o objetivo com essa discussão não foi realizar uma análise demasiadamente densa sobre as compreensões da ciência e de método científico, mas preconizar as principais ideias que permearam a filosofia da ciência no século XX e que influenciam a maneira de pensar sobre a ciência na contemporaneidade. Nesse sentido, não finalizaremos essa subseção apresentando uma definição de ciência, pois, não dispomos de uma definição precisa e que envolva o termo em toda sua complexidade. Logo, o que nos parece plausível é buscar, a partir das discussões sobre a NdC, aproximar-se de concepções mais adequadas do conhecimento científico e com isso superar, ou pelo menos amenizar, dilemas e mitos sobre a ciência que ainda perduram na sociedade.

3.2 NATUREZA DA CIÊNCIA: ASPECTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS

A Natureza da Ciência (NdC) tem sido amplamente discutida na literatura (ALMEIDA; FARIAS, 2011; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; LEDERMAN, 1992; LEDERMAN; LEDERMAN; ANTINK, 2013; MOURA, 2014; OKI; MORADILLO, 2008; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011), e considerada um elemento fundamental para a formação de alunos e professores mais críticos diante da realidade que os cercam (MOURA, 2015). Tal ideia remonta à necessidade de promover concepções mais adequadas sobre a ciência e os processos envolvidos na produção do conhecimento científico.

Mesmo configurando-se como um tema em ascensão na contemporaneidade, os primórdios da discussão sobre a NdC no ensino não são recentes. Lederman (1992) destaca que desde o início do século XX já havia preocupações, por parte dos pesquisadores da educação

em ciências, com as concepções dos estudantes sobre a NdC e com a necessidade de incluir essa temática nas discussões em sala de aula. De acordo com o autor, essa discussão acentuou-se ainda mais a partir de meados do século XX, com o advento da segunda guerra mundial e suas consequências para a humanidade.

Apesar de sua reconhecida importância para o ensino de ciências, ainda não há um consenso entre historiadores, cientistas, educadores e filósofos da ciência sobre uma definição única para o termo, o que pode estar relacionado a sua natureza complexa e multifacetada (LEDERMAN; LEDERMAN; ANTINK 2013). À vista disso, apresentaremos algumas compreensões que julgamos pertinentes para uma reflexão sobre o termo.

O termo “Natureza da ciência”, no campo da educação em ciências, tem sido utilizado para denominar os conhecimentos epistemológicos da ciência, úteis aos estudantes e professores para caracterizar e compreender os conhecimentos relativos a disciplinas de ciências da natureza (MENDONÇA, 2020). Além disso, destacam-se também as disciplinas de caráter metacientífico: filosofia, história e sociologia da ciência (IZQUIERDO-AYMERICH; ADÚRIZ-BRAVO, 2003). Partindo de tais pressupostos, e direcionando nosso olhar para os conhecimentos epistemológicos inerentes a ciência, destacamos que a nossa compreensão da NdC vai ao encontro da de Moura (2014, p.32), ao afirmar que

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

Dessarte, a compreensão da NdC caminha em direção ao entendimento dos processos da ciência e permeia a subjetividade dos cientistas, uma vez que os conhecimentos científicos são conduzidos desde contextos históricos, sociais e culturais que influenciam na tomada de decisão e no direcionamento das pesquisas científicas. Assim, o entendimento sobre a ciência e seus processos torna possível percebê-la, não somente como um corpo de conhecimentos bem estruturado, mas também, como um modo de ver e refletir sobre o mundo e os fenômenos, que influencia e sofre influência externa (PEDUZZI, RAICIK, 2020).

Em consonância com isso, Vázquez-Alonso *et al.* (2007) ressaltam que a NdC fornece, além dos aspectos mencionados, elementos que conduzem a uma reflexão acerca da relação que a ciência estabelece com a tecnologia e seus impactos na sociedade. Isso implica compreender a ciência a partir de um viés abrangente, que caminhe em oposição a uma visão simplista do

conhecimento científico que é perpetuada na sociedade e que, muitas vezes, está enraizada na concepção de ciência dos professores.

Como exemplo, destacamos o estudo de Gil-Pérez *et al.* (2001) com um grupo de professores de ciências da natureza, no qual ficou constatado um conjunto de visões deformadas sobre a NdC. Para os autores, conhecer essas deformações pode auxiliar no questionamento de concepções e práticas acríticas da ciência. Tais visões são descritas a seguir:

- i) *Concepção empírico-indutivista e ateórica* - Evidencia a neutralidade da observação e experimentação, ignorando o papel das hipóteses e dos conhecimentos que orientam todo o processo.
- ii) *Visão rígida, algorítmica, exata e infalível da prática científica* - Apresenta o método científico como um conjunto de etapas que seguem uma ordem mecânica, ignorando as dúvidas, os erros e a criatividade envolvidos na produção da ciência
- iii) *Visão dogmática e fechada* - Transmite os conhecimentos já elaborados, sem apresentar os problemas envolvidos, as dificuldades e o processo de evolução de tal conhecimento.
- iv) *Visão exclusivamente analítica da ciência* - Evidencia uma divisão e limitação dos estudos, não recorrendo a esforços de unificação dos conteúdos dos diversos campos do conhecimento envolvidos na história da ciência.
- v) *Visão acumulativa de crescimento linear dos conhecimentos científicos* - Conduz ao pensamento de que o desenvolvimento científico ocorre em virtude de um crescimento linear e acumulativo e, desse modo, a apresentação dos conceitos não engloba a discussão sobre como foram alcançados, as confrontações entre teorias rivais e as controvérsias científicas envolvidas.
- vi) *Visão individualista e elitista da ciência* - Os conhecimentos científicos são muitas vezes encarados como obras de gênios isolados, ignorando o trabalho coletivo e cooperativo envolvido.
- vii) *Visão descontextualizada, socialmente neutra da ciência* - Não considera as relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS) e propaga a imagem dos cientistas como seres superiores, que estão num patamar acima dos demais cidadãos

As imagens ingênuas e distorcidas, como as que foram destacadas por Gil-Pérez *et al.* (2001), que englobam a ciência e a construção do conhecimento científico, afetam a formação de professores e alunos e expressam a necessidade de um ensino que possibilite a reflexão e implementação de propostas que direcionem a uma concepção mais adequada da NdC.

Em virtude disso, faz-se necessário implementar nos diversos níveis educacionais discussões sobre a NdC de maneira ampla e crítica. Com o intuito de colaborar para a construção de uma compreensão mais efetiva da NdC e buscando superar ideias distorcidas da ciência, Gil-Pérez *et al.* (2001) apontam cinco aspectos a serem considerados nas discussões no ensino de ciências, a saber:

- i) Recusa a ideia da existência de um método científico único, que segue um conjunto de regras pré-definidas e é executado de maneira mecânica e que independe da área investigada.
- ii) Negação do empirismo que preconiza os conhecimentos científicos como fruto da inferência dedutiva, sem considerar que a interpretação dos dados parte de um referencial teórico pré-estabelecido ou de ideias pré-concebidas;
- iii) A superação de concepções empírico-indutivistas que dão ênfase às evidências e rejeitam, ou diminuem a importância das hipóteses como norteadoras da construção do conhecimento científico;
- iv) Busca por uma coerência global, que garanta um rigor à investigação, através de diferentes percursos e revisões com o intuito de alcançar a coerência em situações distintas;
- v) Compreensão do caráter social da ciência, uma vez que o trabalho dos cientistas como qualquer outra atividade, mantém relação com a sociedade e, desse modo, é influenciado por interesses e problemas do contexto histórico e local onde os conhecimentos são produzidos.

As ideias mencionadas por Gil-Pérez *et al.* (2001), bem como outras listas consensuais que surgiram após a sua, possuem pertinência quando apresentados dentro de um contexto favorável à sua compreensão, como por exemplo, a partir de um caso histórico ou contemporâneo. Um contexto que possibilite compreender que o conhecimento científico mantém relação direta com crenças, conhecimentos prévios, experiências e expectativas dos cientistas. Esses aspectos influenciam os problemas investigados e o modo como são conduzidas as investigações, interpretações e observações (LEDERMAN; LEDERMAN; ANTINK, 2013).

Enfatizamos também a relevância do estudo de Peduzzi e Raicik (2020), que não necessariamente apresentam uma lista, mas um conjunto de asserções comentadas sobre a natureza da ciência e buscam, a partir de tais asserções, promover a reflexão sobre o tema. Os

autores apresentam dezoito proposições (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 22- 44):

- 1- A observação (científica) é seletiva: exige um objeto, um ponto de vista, um interesse especial, um problema. As observações são intrincadas misturas de componentes empíricos e precipitados teóricos. Não há observações neutras;
- 2- Leis e teorias científicas são elaborações/criações do intelecto humano. Não são meras sínteses indutivas do observado, do experimentado. Os dados, *per si*, não geram teorias
- 3- Experimentos de pensamento mostram o valor essencial das conjecturas pré-observacionais, dos conhecimentos e das convicções teóricas do sujeito na investigação científica.
- 4- As teorias científicas não são definitivas e irrevogáveis, mas sim objeto de constante revisão; o pensamento científico modifica-se com o tempo.
- 5- Uma teoria não deixa de ser científica porque foi descartada; no período de sua vigência ela constituiu um corpo de conhecimento coerente, com poder explicativo e preditivo, que explicitou uma maneira de ver e compreender o mundo físico, os fenômenos naturais.
- 6- Concepções filosóficas, religiosas, culturais, éticas do investigador, assim como o contexto histórico, cultural, social em que se desenvolve a ciência, influenciam o seu trabalho desde os tempos mais remotos.
- 7- A abordagem lógica, a histórica e linear/sequencial dos conteúdos, veiculada pelo livro didático (e por outros materiais de ensino), é uma simplificação (grosseira) que ressalta apenas os resultados da ciência.
- 8- A ciência está longe de se constituir em um empreendimento fundado em regras rígidas e imutáveis. A ideia de um único e hegemônico método – o método científico – é uma falácia.
- 9- A disputa de teorias pela hegemonia do conhecimento envolve tanto aspectos de natureza interna quanto externa à ciência; podem ser bastante complexos e sutis os mecanismos envolvidos na aceitação de um novo conhecimento.
- 10- A ciência (o empreendimento científico) é uma construção coletiva; o esquecimento ou mesmo o anonimato de muitos de seus personagens é injustificável.
- 11- Certos conceitos encontram-se tão profundamente arraigados a convicções teóricas que muitos cientistas têm dificuldades, e por vezes se recusam, a abandoná-los, mesmo sob forte evidência empírica contrária a sua sustentação.
- 12- O conhecimento não parte do nada – de uma tábula rasa – como também não nasce, necessariamente, da observação; seu progresso consiste, fundamentalmente, na modificação do conhecimento precedente. O ato de conhecer se dá contra um conhecimento anterior.
- 13- A experimentação não tem apenas o papel de corroborar ou de refutar teorias em sua forma final. Ela é parte integrante e essencial do processo de construção do conhecimento, que envolve o diálogo entre as expectativas e convicções teóricas do investigador e as observações que ele realiza.
- 14- No âmbito da observação e da experimentação na ciência, o acaso (a descoberta acidental, serendípica) só favorece a mente preparada.
- 15- A ideia de um experimento – experimento crucial – que, *per se*, de forma definitiva e inequívoca, permite decidir ‘instantaneamente’ entre teorias ou concepções rivais, é um mito. É bastante complexa a dinâmica entre hipótese, teoria e experimentação na ciência.
- 16- A dinâmica da produção de conhecimentos na ciência mostra um processo vivo, criativo, polêmico, questionador, argumentativo. Essa realidade contrasta com a falsa imagem de uma ciência que se apresenta como um corpo árido de fatos e conclusões.
- 17- Controvérsias científicas são constituintes produtivos do processo de elaboração de conhecimentos. Elas explicitam pressupostos teóricos e metodológicos de seus protagonistas, estimulam a criatividade, ensejam novos experimentos, viabilizam a análise de um mesmo conceito ou experimento sob diferentes perspectivas, possibilitam ver que a relação entre uma teoria/concepção teórica e seus fundamentos experimentais nada tem de trivial.
- 18- Descobrir é mais do que uma mera observação, um *insight*, um palpite. A descoberta

de algo é um processo complexo, que envolve o reconhecimento tanto de sua existência quanto de sua natureza.

Tais afirmações não abarcam toda a complexidade e amplitude da NdC, mas podem ser utilizadas como um quadro básico de referência que colabore com o seu entendimento. Cabe salientar que os “aspectos consensuais”, também conhecidos como “listas consensuais”, são criticados por alguns autores que alegam que estes são restritos quando se considera a amplitude da NdC, (ALLCHIN, 2011 IRZIK; NOLA, 2011; MCCOMAS, 2008; WONG; HODSON, 2010). A partir de tais críticas surgiram abordagens alternativas, como a “semelhança familiar” proposta por Irzik e Nola (2011) e a “*whole science*”, ou ciência integral, defendida por Allchin (2011).

A “semelhança familiar”, introduzida por Irzik e Nola (2011), propõe o entendimento de que as áreas da ciência possuem algumas características distintas, mas também, outras em comum, que possibilitam agrupá-las de acordo com suas características em comum. Desse modo, de acordo com os autores, embora se tenha algumas diferenças nos pressupostos metodológicos, é possível agrupar áreas da ciência, em uma mesma família, quando apresentam consideráveis características em comum. Os autores direcionam sua proposta mediante quatro categorias: (I) atividades, (II) objetivos e valores, (III) metodologias e regras metodológicas, e (IV) produtos. Tais categorias são utilizadas como norte para classificar áreas da ciência dentro de uma mesma família.

Allchin (2011) acredita que as listas consensuais não são suficientes para lidar de modo crítico com as afirmativas científicas, uma vez que estas precisam ser problematizadas, para que os estudantes se envolvam, reflitam e analisem o que lhe é apresentado. Pensando nisso, ele propõe uma abordagem conhecida como “*whole science*” ou “ciência integral”, que pode ser compreendida como um modo de ver a ciência de maneira abrangente, apresentando de forma contextualizada, explícita e integrada diversas dimensões que permeiam a construção do conhecimento científico.

Essa abordagem contempla um Perfil de Dimensões de Confiabilidade da Ciência (PDCC), abordadas a partir de um conjunto de categorias epistêmicas funcionais relativas a: (I) observações e raciocínio ; (II) métodos de investigação; (III) instrumentação e práticas experimentais; (IV) padrões de raciocínio; (V) dimensões históricas e a criatividade; (VI) dimensões humanas; (VII) interações entre cientistas; (VIII) dimensões socioculturais; (IX) economia e/ou financiamento; e (X) comunicação e transmissão de conhecimentos. Assim, tais dimensões contemplam elementos importantes a serem incorporados nas aulas de ciências.

Destarte, essas categorias epistêmicas, que comportam vários aspectos sobre a ciência, serviriam como aporte para embasar a análise da confiabilidade de afirmativas científicas. A partir dessa abordagem, Allchin (2011) realça sua posição favorável à construção de uma compreensão funcional dos conhecimentos científicos, útil para a tomada de decisões (MENDONÇA, 2020).

Diante de tais proposições, concordamos com Moura (2014) ao afirmar que a abordagem da “semelhança familiar” de Irzik e Nola (2011) se mostra muito ampla e complexa, o que dificulta sua aplicação ao ensino. Em relação a proposta de Allchin (2011), julgamos que seja coerente para promover uma compreensão mais efetiva sobre a NdC, só falha, em partes, no detalhamento das dimensões epistêmicas, o que pode também comprometer sua aplicação, ao considerar a pouca base teórica da maior parte dos professores, para compreender essas dimensões, caso não sejam trabalhadas efetivamente no seu percurso formativo.

A partir disso, não excluimos a possibilidade da utilização dos aspectos consensuais como um aporte teórico básico para adentrar em abordagens mais aprofundadas que se mostram na literatura. Concordamos com Lederman e Lederman (2014) ao enfatizarem que as listas consensuais não têm o objetivo de apresentar itens que devem ser memorizados pelos alunos, mas, atuarem como guias para uma compreensão mais ampla da ciência e seus modos de produção.

Perante o exposto, é notório que não há como definir uma concepção única em relação a uma imagem correta e adequada da ciência, porém, os debates aqui realizados buscaram apresentar características que possam conduzir a aproximação de uma visão menos deformada da NdC. Com isso, sinalizamos a importância de promover um entendimento da NdC em sintonia com as competências e habilidades relacionados à educação científica e a compreensão da ciência a partir de um viés humanístico.

3.3 A INSERÇÃO DE DISCUSSÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO E SUAS CONTRIBUIÇÕES

A compreensão da NdC é um aspecto fundamental a ser trabalhado nos currículos do ensino de ciências, tendo em vista as necessidades de uma educação científica efetiva. Essa ideia concretiza-se ao direcionar o foco do ensino, não exclusivamente para os conhecimentos científicos em sua forma final, mas também para a compreensão do seu contexto de produção, validação e comunicação (ALMEIDA; FARIAS, 2011; MARTINS, 2015).

Por conseguinte, ensinar ciência numa perspectiva mais ampla requer o desenvolvimento de estratégias que possibilitem uma reflexão direcionada para o entendimento

dos produtos e processos associados ao fazer científico. À vista disso, as discussões sobre a NdC não devem ocorrer em momentos esporádicos, mas, de maneira integrada aos conteúdos específicos (MOURA, 2014)

Discute-se na literatura dois tipos de abordagens para a inserção de conteúdos relativos a NdC no ensino: a implícita e a explícita (OKI; MORADILLO, 2008). A primeira é conduzida mediante a apresentação de mensagens implícitas sobre a NdC em práticas investigativas e discussões. Enquanto, a segunda, aborda os elementos da NdC por meio de uma discussão epistemológica aberta, com o objetivo de ampliar as concepções de ciência dos estudantes.

Embora existam divergências sobre resultados de pesquisas envolvendo a temática, há um consenso sobre a importância de inserir, principalmente, discussões explícitas sobre a NdC na formação de alunos e professores (OKI; MORADILLO, 2008; SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020). Essa importância revela-se na possibilidade de apreender os conceitos científicos em meio ao seu contexto de produção, o que pode tornar a aprendizagem de ciências mais rica e, assim como ressalta Santos, Maia e Justi (2020), potencializar a visão “de” e “sobre” a ciência, apontando limites e alcances de produção do conhecimento.

Contudo, é necessário atentar-se à forma como a NdC é apresentada aos alunos. McComas (2008) alerta que somente através de exemplos os alunos não conseguem desenvolver um aprofundamento na compreensão da NdC. Isso porque, para ele, a maioria dos exemplos teóricos presentes nos livros abordam apenas detalhes básicos e não trazem observações substantivas. Nesse sentido, é imprescindível uma discussão mais aprofundada e fundamentada num contexto específico que possibilite ao aluno integrar-se e refletir sobre as proposições apresentadas. Em consonância a isso, pesquisadores têm destacado a relevância de abordar a NdC a partir de atividades investigativas, estudos de casos históricos e casos contemporâneos (MCCOMAS, 2008; MOURA; GUERRA, 2016; ALLCHIN; ANDERSEN; NIELSEN, 2014).

A ideia de problematizar o ensino por meio de atividades de caráter investigativo fundamentadas em questões abertas e problematizadoras, pode culminar no envolvimento dos alunos em situações que favorecem a discussão e reflexão sobre a prática científica balizada por um contexto social, viabilizando que a NdC seja abordada de maneira implícita e explícita (SENRA; BRAGA, 2014). Para alcançar esses objetivos, além da realização dos procedimentos de investigação, é fundamental a reflexão e problematização das ações realizadas durante a atividade.

Em paralelo, os casos contemporâneos e históricos também se mostram promissores para a compreensão da NdC. Os casos contemporâneos referem-se a discussões de temas

controversos da ciência que, muitas vezes, são polêmicos e ainda estão sendo debatidos pela comunidade científica. Por meio do estudo desses casos, os estudantes podem refletir sobre a subjetividade, a provisoriedade da ciência, os interesses políticos e econômicos, e a influência do contexto social (ALLCHIN; ANDERSEN; NIELSEN, 2014).

Enquanto os casos históricos correspondem a episódios da ciência que se encontram consolidados, mas que já foram motivo de discussão no passado. A literatura aponta algumas contribuições da incorporação de casos históricos ao ensino, tais como o entendimento da evolução das ideias ao longo do tempo, a discussão sobre a elaboração das teorias científicas, os conflitos de interesse envolvidos e a influência dos contextos sociais na construção dos conhecimentos científicos (MARTINS, 2006; OKI; MORADILLO, 2008). Ademais, conhecer o histórico e a origem do conhecimento científico pode ser motivador para os estudantes, ao perceberem que a sua dúvida também foi evidenciada em outro momento da história e, assim, as dúvidas passam a ser vistas como algo inerente a construção do conhecimento científico (NASCIMENTO; CARVALHO, 2004). A partir de tal perspectiva, é possível ensinar de maneira mais humanizada e próxima do contexto dos estudantes, aproximando-os da ciência e ultrapassando certas barreiras relacionadas à sua compreensão.

Entretanto, vale salientar que os casos históricos precisam de fato envolver os alunos e não serem reduzidos a uma sequência de datas, nomes e descobertas (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011). Tais ações não possibilitam uma imagem realista da NdC e, ao contrário, podem desestimular o pensamento crítico e realçar ainda mais os entendimentos distorcidos da ciência, pois transmitem a noção de que as “descobertas” acontecem casualmente, assim como, ignora o contexto e o caráter colaborativo da ciência.

Desse modo, ressaltamos a relevância de inserir ambas as estratégias mencionadas, sejam atividades investigativas, casos históricos ou casos contemporâneos, para viabilizar aos alunos o entendimento da construção do conhecimento científico de maneira contextualizada, conhecendo as ideias, adversidades e expectativas dos cientistas, bem como, atuando de forma ativa no processo de construção do conhecimento (MOURA; GUERRA, 2016).

Tais discussões configuram-se como elemento chave para a compreensão da relação entre a construção do conhecimento científico e os contextos sociais, políticos e culturais envolvidos (NASCIMENTO; CARVALHO 2007). Esses contextos estão intrínsecos à construção do conhecimento científico, e evidenciá-los em sala de aula pode ser favorável para um melhor posicionamento diante de situações que exigem um saber mais integrado da ciência.

Outra contribuição associada à inserção da NdC no ensino de ciências, está atrelada a interpretação da confiabilidade de declarações científicas relacionadas à tomada de decisões

públicas ou pessoais (ALLCHIN, 2017). Desse modo, os indivíduos que possuem uma maior compreensão sobre a ciência tendem a se posicionar diante das situações com maior facilidade, e até mesmo, identificar notícias de caráter enganoso, popularmente conhecidas como “*fake news*”.

Nesse cenário, é interessante que o professor confronte diferentes narrativas ingênuas sobre a ciência, seja no ambiente de sala de aula, ou por meio da divulgação científica, auxiliando o aluno a construir uma visão mais crítica em relação à ciência e seus modos de produção. Partindo desse viés, a formação inicial se torna um espaço essencial para discutir e capacitar os professores para incluírem elementos da NdC na educação básica. Por esse motivo, traremos a seguir alguns apontamentos que consideramos relevantes no que se refere a formação inicial.

4 UM OLHAR PARA A FORMAÇÃO INICIAL

4.1 A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS E OS SABERES DOCENTES

No contexto educacional ou nos mais diversos processos educativos, o professor tem papel imprescindível e, dessa forma, discutir sua formação é um ponto-chave para melhor compreender as práticas educativas. Gatti (2016) salienta que a formação docente precisa promover uma visão integradora do processo de ensino-aprendizagem, objetivando o desenvolvimento de valores e atitudes que possibilitem o diálogo, a convivência e a tolerância entre os sujeitos envolvidos no processo educativo. Além disso, a autora destaca que o professor está inserido num contexto educacional, que é nacional e ao mesmo tempo local e, assim, deve considerar as condições de heterogeneidade existentes.

Nesse sentido, a formação inicial tem papel significativo para promover mudanças no campo da educação e precisa acompanhar as transformações sociais e demandas de cada época. Essas transformações têm impulsionado a área da educação e o ensino de ciências a se reformular constantemente, a partir de reflexões sobre “como ensinar ciências”, “por que ensinar ciências” e “qual o papel do professor na sociedade moderna”. Tais reflexões conduzem à necessidade de formar profissionais capazes de enfrentar desafios urgentes (PIERSON; NEVES, 2011), como por exemplo, a pandemia do COVID-19, que fez com que o ensino de ciências e a educação de modo geral se reformulassem em virtude do contexto emergencial. Contexto que possibilitou, não somente tornar evidente a importância da ciência e da educação, mas também, do profissional docente, que necessita reinventar-se e refletir continuamente sobre suas práticas pedagógicas.

É por meio da reflexão sobre as práticas educativas que o professor realiza uma análise e interpretação crítica de sua prática profissional, assim como, o desenvolvimento de estratégias que se adaptem a contextos singulares (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). Para Ligoure e Noste (2005), o docente investigador se configura como um profissional que avalia os resultados de suas práticas, e com isso, busca melhorá-las/ transformá-las.

Porém, se queremos professores reflexivos sobre suas práticas, é necessário que os cursos de formação inicial sejam organizados de maneira a contribuir para isso, deixando de lado práticas formativas baseadas em modelos tradicionais e de racionalidade técnica (FLORES, 2010). Assim, é importante, na formação inicial, discussões sobre os desafios e possibilidades da atuação docente, além de estratégias e metodologias que possibilitem uma

formação mais humana e cidadã.

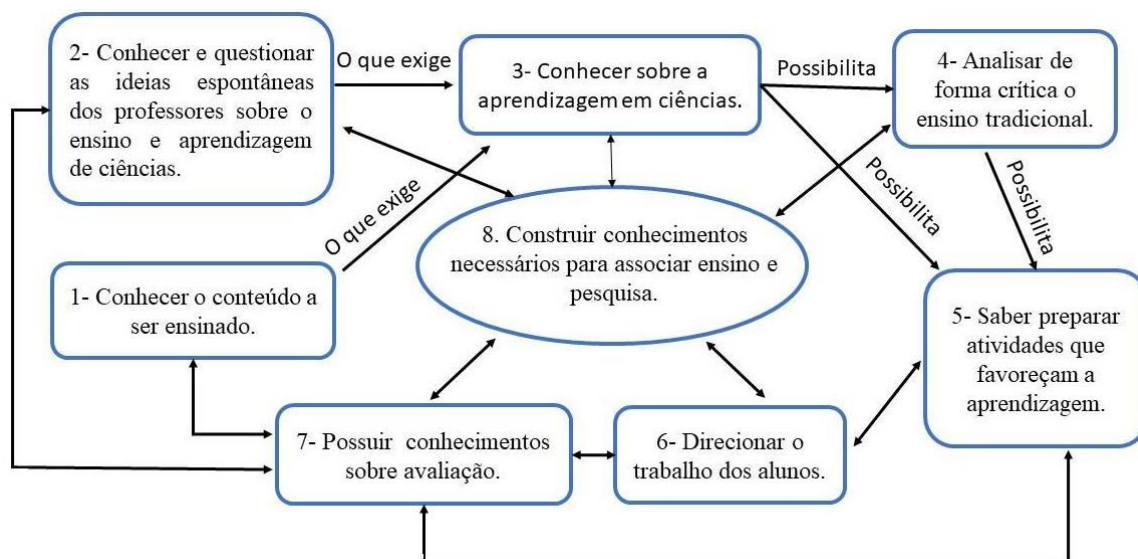
Ligoure e Noste (2005) enfatizam que fazer relação entre o planejamento e os aportes da investigação didática é um dos principais desafios para os professores de ciências, porém, essencial, para que sejam alcançadas as necessidades formativas requeridas. Em consonância com isso, os cursos de formação devem possibilitar aos licenciandos vivenciarem atividades de formação que promovam a compreensão do significado educativo, político e social do ensino que buscam desenvolver, assim como, a compreensão das relações entre saberes científicos e escolares (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

Tais aspectos são importantes e podem colaborar com a reflexão sobre estratégias que permitam realizar uma transposição didática dos saberes. Essa transposição didática consiste na adequação do conhecimento científico para o contexto escolar adaptado ao nível de educação científica do aluno (LIGOURE; NOSTE, 2005). Logo, é essencial que os conteúdos transpostos não sejam apresentados de maneira fragmentada, mas, que envolvam uma perspectiva ampla de áreas do conhecimento.

Partindo desse entendimento, os cursos de formação inicial de professores de ciências podem ser um ponto-chave para provocar mudanças na direção almejada e ir contra a fragmentação do conhecimento. Repensar a formação através de um olhar interdisciplinar pode conduzir ao confronto de pontos de vista e especialidades diferentes, promovendo trocas de conhecimentos e uma percepção integrada das ciências (PIERSON, NEVES, 2011).

Nessa perspectiva, além de integrar teoria e prática, é preciso a integração entre conteúdos específicos e pedagógicos, tendo em vista as necessidades formativas para o desenvolvimento profissional do licenciando (BROIETTI; STANZANI, 2016). Ainda nessa linha de pensamento, Gatti (2016) salienta que o desenvolvimento profissional do docente requer condições que não se resumem a competências operativas e técnicas, mas, exigem a integração de modos de pensar e agir, que requerem a mobilização de conhecimentos, estratégias de trabalho, confrontamento de ideias, crenças, concepções, objetivos e outros elementos relacionados à prática educativa.

Assim, são inúmeras as atribuições e desafios associados à atividade docente no ensino de ciências. Carvalho e Gil- Pérez (2011) sintetizam algumas das principais necessidades para a formação de professores de ciências, que são apresentadas na Figura 1. Consideramos que a formação inicial de professores de ciências deve caminhar no sentido de atendê-las.

Figura 1: Necessidades formativas para professores de ciências

Fonte: Adaptado de Carvalho e Gil-Pérez (2011)

Ao analisar as necessidades formativas apresentadas por Carvalho e Gil-Pérez (2011) torna-se evidente que o professor de ciências deve possuir conhecimentos pedagógicos amplos, que de maneira geral, partem dos conhecimentos a serem ensinados e perpassam pela pesquisa, reflexão, criticidade, o planejamento de atividades e a avaliação. Porém, discordamos apenas da relação entre as necessidades 1 e 3, pois consideramos que não é necessário conhecer sobre a aprendizagem em ciências para conhecer o conteúdo a ser ensinado. Os conhecimentos de aprendizagem em ciências serão necessários para transpor o conhecimento científico para sala de aula. Para isso, a formação inicial deve ser encarada como um cenário propício a estimular a criatividade, o desejo de investigar e de buscar um aperfeiçoamento na prática pedagógica (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

Por conseguinte, diante dos desafios e das exigências da formação de professores, é esperado que os licenciandos desenvolvam conhecimentos, habilidades, atitudes e valores que colaborem com seus saberes docentes. Associado a isso, é importante que sejam mobilizados conteúdos voltados à didática das ciências e às teorias da educação, fundamentais para a compreensão do ato de ensinar como uma prática social, para reflexão da prática pedagógica e assim, para que os saberes docentes colaborem para a construção da identidade do professor (PIMENTA, 1999).

Tais saberes, para Tardif (2012), representam um conjunto amplo de conhecimentos, habilidades e atitudes que estão envolvidos no fazer docente e, desse modo, são plurais e

heterogêneos. Logo, os saberes dos professores podem ser fruto de sua experiência em sala de aula, com sua família, da experiência escolar/acadêmica e do convívio social. A seguir, no Quadro 1 encontram-se os saberes docentes discutidos por Tardif.

Quadro 1: Saberes docentes

Saberes dos Professores	Fontes Sociais de Aquisição	Modos de Integração no Trabalho Docente
Saberes pessoais dos professores	A família, a sociedade, a educação no sentido lato etc.	História de vida e socialização primária
Saberes provenientes da formação escolar anterior	A escola primária e secundária, os estudos pré-secundários não especializados etc.	Formação e socialização pré-profissionais
Saberes provenientes da formação profissional para o magistério	Os estabelecimentos de formação de professores, os estágios, os cursos de formação etc.	formação e socialização profissionais nas instituições de formação de professores.
Saberes provenientes dos programas e livros didáticos	A utilização de ferramentas como programas, livros didáticos, cadernos de exercícios, fichas etc.	Utilização das “ferramentas” de trabalho, sua adaptação às tarefas.
Saberes provenientes de sua própria experiência na profissão, na sala de aula e na escola.	Práxis pedagógica na sala de aula e experiências compartilhadas no contexto educativo.	Prática do trabalho e socialização profissional

Fonte: Adaptado de Tardif (2012)

Tardif (2012) destaca que esse modelo, ao invés de classificar os saberes por categorias disciplinares ou cognitivas, busca dar conta do pluralismo dos saberes profissionais, não restringindo-se a saberes pedagógicos e saberes específicos, ou saberes procedimentais e teóricos. Assim, os saberes discutidos por Tardif representam todo o arcabouço de experiências e vivências do profissional docente, e assim, são únicos para cada professor, uma vez que refletem não somente seu saber científico e profissional, mas intrínsecos a estes, estão saberes que foram construídos fora da escola, no seu contexto social.

Outra autora que trata dos saberes docentes é Pimenta (1999), que classifica os saberes docentes em três categorias: *saberes da experiência*, *saberes do conhecimento* e *saberes pedagógicos*.

- I) *Saberes da experiência* - estão relacionados à construção da identidade do docente, construídos na prática cotidiana e na formação inicial. Logo, englobam também toda a bagagem de experiências que o licenciado adquiriu ao longo de sua vida e

as ideias que ele já traz do que seria a docência.

- II) *Saberes da docência* - preconizam que mais do que informar, os professores têm a responsabilidade de tornar mais humana a formação de seus alunos, possibilitando que estes desenvolvam habilidades para compreender conhecimentos científicos e tecnológicos por meio de um viés amplo.
- III) *Saberes pedagógicos* - São construídos de acordo com as necessidades de prática educativa, que se estabelecem pelas relações entre teoria e prática e conduzem a reflexão constante sobre a prática.

Tardif (2012) e Pimenta (1999) discutem saberes essenciais para refletir sobre a formação de professores em ciências e demonstram que os saberes dos professores vão além da formação inicial, estão arraigados também em suas experiências pessoais e nos processos formativos anteriores, e dessa forma, tornam-se amplos e complexos. Em razão disso, esses saberes como corpo constituinte da formação de professores não podem ser ignorados.

Por conseguinte, diante de um processo tão complexo que é a formação de professores de ciências, as necessidades formativas articulam-se aos saberes docentes, uma vez que tais saberes influenciam na identidade profissional e consequentemente, nas ações desenvolvidas ou planejadas para o contexto educativo. Em virtude disso, relacionam-se com nossa temática de estudo, pois, a compreensão da NdC como um dos eixos estruturantes da AC na formação inicial de professores engloba as necessidades formativas apresentadas, bem como, sofre influência dos saberes docentes, sejam eles adquiridos na formação ou de experiências anteriores.

2.1 A NATUREZA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA: UM CAMINHO PARA PROMOVER A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

A compreensão de que a AC é um processo a ser percorrido ao longo da vida (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001) torna evidente a relevância de sua inserção em todos os níveis educativos. Desse modo, a formação inicial e, no contexto desse estudo, a formação inicial de professores de química, é um espaço importante para discutir e desenvolver estratégias que favoreçam seu entendimento e como consequência, sua implementação na educação básica.

Em relação ao processo de AC na formação inicial de professores de Química, Firme e Miranda (2020) enfatizam a relevância da racionalidade prática, tendo em vista, que as

discussões nesse tipo de racionalidade, ocorrem mediante a construção de conhecimentos práticos. Isso implica pensar num modelo de formação que considere a relação intrínseca entre teoria e prática e que estimule a reflexão dos processos educativos e da prática em sala de aula.

Nessa perspectiva, se durante a formação os licenciandos realizarem planejamentos de ensino e refletirem sobre os objetivos e a efetividade de tais propostas, poderão desenvolver um pensamento mais crítico em relação a suas ações e sobre o processo de ensino-aprendizagem (SUART; MARCONDES, 2017). Em razão disso, Adúriz-Bravo, Izquierdo e Estany (2002) destacam que as questões relativas à natureza do conhecimento científico têm sua inserção favorecida nas disciplinas da área de didática das ciências, por conduzirem a reflexão articulada entre teoria e prática.

Associado a isso, consideramos relevante, assim como Leite (2015), não só discutir a AC ao longo do curso de formação inicial, mas também, incorporá-la nas atividades curriculares dos cursos de licenciatura em Química. A autora exemplifica essa ação sugerindo, por exemplo, "utilizar as ideias do ensino por investigação nos componentes experimentais, valorizando a criatividade, a dúvida e os processos de argumentação e validação do conhecimento" (LEITE, 2015, p. 183). Por intermédio de tais ações, a AC passará de um patamar puramente teórico para uma vertente prática, de plena efetivação. Esse caminho é importante para que tais profissionais possam conduzir uma educação científica autêntica em sala de aula. Justi e Mendonça (2016), destacam que uma educação científica autêntica pode ser conduzida através do envolvimento dos alunos em investigações, situações argumentativas e outros contextos que possam favorecer o desenvolvimento de conhecimentos sobre a NdC.

Partindo de tais apontamentos, é importante que a formação inicial de professores de química, seja concebida e construída, como um espaço que ofereça a possibilidade de reconstrução da imagem da ciência dos licenciandos, de modo a aproximá-los do entendimento da NdC. De acordo com Adúriz-Bravo, Izquierdo e Estany (2002), o conhecimento sobre a NdC é um atributo fundamental para a promoção da AC (ADÚRIZ-BRAVO; IZQUIERDO; ESTANY, 2002). Desse modo, discute-se, cada vez mais, a importância de introduzir nos currículos de formação inicial de professores os conteúdos metacientíficos (história, filosofia e sociologia da ciência). Esse debate ganha respaldo quando consideramos que os professores são os principais responsáveis por mediar o processo educativo e conduzir discussões sobre a ciência.

Diante disso, reiteramos a compreensão de que discutir sobre a NdC, nos cursos de formação inicial, pode favorecer o rompimento de visões distorcidas da ciência. Essa ideia fundamenta-se no entendimento de que as visões dos professores acerca da ciência orientam

suas práticas pedagógicas (SHULMAN, 1986; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001). Assim, muitas das compreensões distorcidas e simplistas do conhecimento científico que os professores possuem são, em algum momento, transpostas para seus alunos.

Como já mencionado no capítulo anterior, o estudo realizado por Gil-Pérez *et.al* (2001) com professores de ciências da natureza sobre a NdC, evidenciou concepções empírico-indutivistas, atóricas, dogmáticas, acumulativas e exclusivamente analíticas relativas à construção do conhecimento científico. Após mais de uma década desse estudo, as pesquisas ainda têm demonstrado compreensões distorcidas da ciência por professores e licenciandos (MAIA; JUSTI, 2020; MIRANDA LUZ; PEREIRA, 2016; PORTUGAL; BROIETTI, 2020). Isso revela que o cerne do problema é complexo e continua atual, o que torna a problemática relevante, visto que tais concepções podem conduzir a obstáculos para a efetivação da AC.

Outras incoerências e desafios que surgem no contexto da estruturação de currículos e o desenvolvimento de práticas inerentes a NdC, apontadas por García-Camona, Vázquez-Alonso e Manassero-Mas (2011), estão relacionados a falta de um consenso filosófico sobre o termo, a escassez de materiais didáticos, a falta de orientações adequadas nos currículos, bem como, conhecimentos didáticos insuficientes para o ensino da NdC.

Desse modo, parece ser desafiador, para os cursos de licenciatura, construir um currículo e práticas pedagógicas que possam colaborar, de maneira efetiva, com a preparação dos professores para implementar discussões sobre a NdC em sala de aula. Acreditamos que para isso é necessário um esforço coletivo, de modo a viabilizar uma reestruturação dos currículos de formação que ofereça aportes para a efetiva discussão e reflexão sobre a temática, bem como, orientações práticas para sua implementação.

Concordamos com Barbosa e Aires (2018), ao afirmarem que ao conceber uma nova abordagem para os conteúdos tradicionais, que envolva elementos relacionados a NdC, é necessária uma mudança da mentalidade do professor em relação aos objetivos de aprendizagem que busca alcançar. Desse modo, o professor precisa entender a importância da compreensão da ciência e das dimensões da AC, para que assim, possa ser justificado a inclusão de elementos da NdC em suas aulas.

Em consonância com isso, de acordo com García-Carmona, Vázquez-Alonso e Manassero-Mas (2011), algumas das estratégias que podem ser incluídas na formação de professores para auxiliar a compreensão da NdC, assim como para a educação básica, envolvem programas formativos que abordem as características da atividade científica, episódios controversos da história e conhecimentos sobre a História e Filosofia da Ciência.

Nesse sentido, Marques (2015) evidencia a necessidade de formar professores que não

só conheçam a matéria que ensinam, mas, também, a história por trás dos conhecimentos que são apresentados aos alunos e o processo de construção desses conhecimentos. Logo, para além dos conhecimentos científicos, é preciso favorecer a compreensão da ciência como uma atividade humana, em processo de construção, e assim, sujeita a mudanças, erros e imprevistos no seu desenvolvimento. Tal como afirma Moura (2014, p.36) “a Ciência não está enclausurada em uma bolha, invulnerável aos acontecimentos ao redor. O conhecimento científico é obra humana, e como homens pertencentes a uma sociedade [...] eles trazem à Ciência suas concepções, crenças e anseios”.

Logo, o entendimento da ciência como um processo que dialoga com o meio no qual está inserida, vem colaborar com a ruptura da imagem de “neutralidade” da ciência e dos cientistas, que ainda é perpetuada na sociedade. Além disso, a formação inicial precisa ofertar discussões sobre a NdC que estimulem a reflexão e a construção de uma visão de ciência inserida num contexto social, histórico e cultural (SHEID, FERRARI E DELIZOICOV, 2007).

Diante do exposto, ressaltamos que incluir conteúdos metacientíficos como a História, a Sociologia e a Filosofia da Ciência nos currículos de formação inicial de professores de ciências demanda uma abordagem explícita e reflexiva (GARCÍA-CAMONA, VÁZQUEZ-ALONSO E MANASSERO-MAS, 2011) que se distancie de elementos simplistas e restritos à ciência e que envolva teoria e prática, de modo a oferecer subsídios para que o professor consiga transpor os conhecimentos construídos acerca da NdC para suas práticas pedagógicas, bem como trilhar caminhos que direcionem ao processo de AC.

5 METODOLOGIA

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Com o intuito de atender os objetivos inicialmente propostos e considerando os instrumentos de coleta e os métodos de análise dos dados, quanto aos procedimentos, consideramos que essa pesquisa apresenta natureza mista. Isso se justifica pela adoção da análise de conteúdo associada ao software IRAMUTEQ (*Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*).

Um estudo de métodos mistos combina as abordagens qualitativa e quantitativa, de maneira a coletar e analisar os dados das duas abordagens em um mesmo estudo (CRESWELL, 2010; SANTOS *et al.* 2017). Esse tipo de estudo pode contribuir para uma visão mais ampla e aprofundada do campo de estudos, tornando possível realizar tanto análises estatísticas, quanto análises textuais. Sendo assim, tais estudos podem oferecer contribuições significativas desde que os pesquisadores compreendam as limitações e potencialidades de se trabalhar com tal método (SANTOS *et al.* 2017).

Nos estudos de métodos mistos, os pesquisadores coletam e analisam com rigorosidade os dados referentes às duas abordagens, sendo possível dar prioridade a uma delas, tendo em vista que o pesquisador adotará os procedimentos considerando suas visões filosóficas e lentes teóricas (CRESWELL; CLARK, 2015). Nesse sentido, a combinação das duas abordagens foi realizada na última etapa desta pesquisa, sendo que uma maior ênfase foi dada à análise qualitativa.

Em relação aos objetivos, a pesquisa apresenta caráter exploratório. Para Richardson (2012, p.326) esse tipo de estudo permite “conhecer as características de um fenômeno para procurar, posteriormente, explicações das causas e consequências deste fenômeno.” À vista disso, buscaremos conhecer e explorar uma realidade, para nós, ainda desconhecida.

Reforçamos ainda que essa pesquisa se classifica, de acordo com Gerhardt e Silveira (2009), quanto à natureza, como uma pesquisa básica, em virtude da possibilidade de gerar conhecimentos novos, que possam ser utilizados para o avanço da Ciência sem, necessariamente, conduzir a uma aplicação prática.

5.2 UNIVERSO DE ESTUDO

5.2.1 Local da Pesquisa

A pesquisa foi realizada em parceria com três *Campi* do IFRN que ofertam a licenciatura em Química: Apodi, Ipanguaçu e Pau dos Ferros, ambos localizados na mesorregião Oeste Potiguar. A mesorregião Oeste Potiguar foi escolhida por contemplar o maior número de municípios do estado, um total de 62 municípios, a maioria localizados no interior do estado. Desse modo, os cursos ofertados nos *campi* dessa região contribuem para a democratização do ensino superior no interior do estado e a formação de professores de ciências, o que denota a relevância de serem investigados nesta pesquisa.

Salientamos que o IFRN foi criado em 2008 e atualmente oferta educação superior, básica e profissional, com foco especial na educação profissional e tecnológica, em diferentes modalidades e buscando articular ensino, pesquisa e extensão (IFRN, 2012). Em relação ao curso de licenciatura em química, seu PPC foi aprovado pela Resolução nº 08/2012-CONSUP/IFRN, de 01/03/2012 com adequação pela Deliberação nº 23/2018-CONSEPEX/IFRN, de 10/09/2018.

A formação de professores na instituição é concebida como “uma atividade humana, técnica, política e ética voltada para a cidadania e para a atuação no mundo do trabalho” (IFRN, 2012, p.126). Em consonância a isso, o IFRN considera no seu currículo formativo as exigências legais, as diretrizes do PPP institucional e as necessidades oriundas da sociedade.

5.2.2 Sujeitos

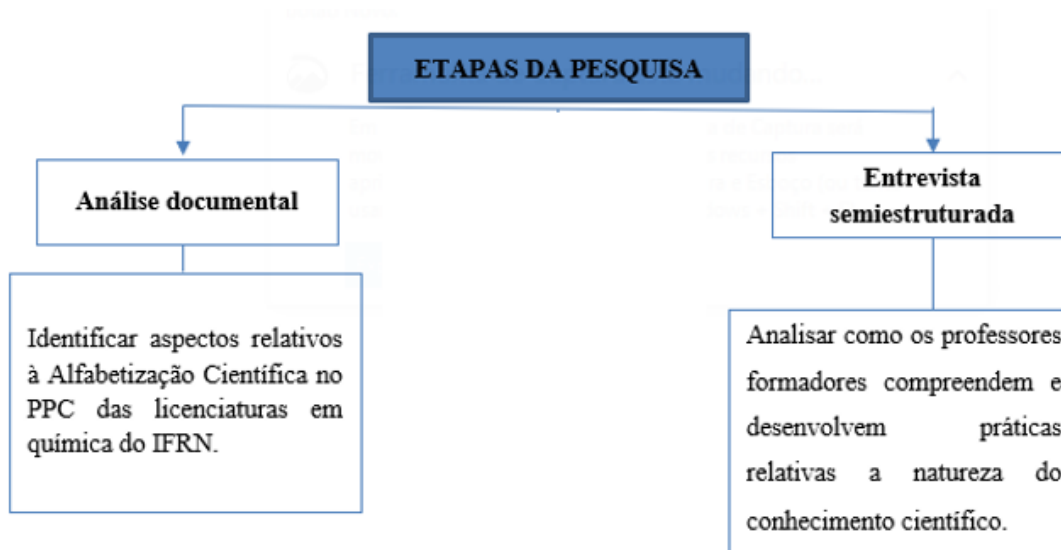
Os sujeitos da pesquisa foram professores das licenciaturas em Química do IFRN dos *campi* Apodi, Pau dos Ferros e Ipanguaçu. Foram convidados a participarem da pesquisa professores que lecionam ou que já lecionaram as disciplinas Epistemologia da Ciência e Metodologia do Ensino de Química I, visto que tais disciplinas dialogam com a temática envolvida nesse estudo e podem contribuir efetivamente para as discussões. Os professores formadores foram identificados através do diálogo com o coordenador do curso de cada *campus*.

Os sujeitos da pesquisa precisaram consentir a participação mediante o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), disponível no anexo C. Além do TCLE, foi enviado para assinatura os termos de autorização para gravação de voz e autorização para gravação de imagem. Foram entrevistados 5 professores, 3 deles de metodologia do ensino de química e 2 professores de epistemologia da ciência.

5.3 AS ETAPAS DA PESQUISA

A presente pesquisa foi desenvolvida em duas etapas. Inicialmente analisamos o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) das licenciaturas. Em seguida, realizamos entrevistas com os professores formadores. Na figura 2, apresentamos de maneira resumida tais etapas e seus objetivos:

Figura 2: Etapas da pesquisa



Fonte: elaborado pela autora (2023)

Discutimos a seguir, cada uma dessas etapas para facilitar a compreensão dos caminhos metodológicos trilhados ao longo da pesquisa.

5.3.1 Análise documental

Na primeira etapa da pesquisa foi realizada uma análise documental do PPC da licenciatura em química do IFRN, buscando analisar, de acordo com nosso referencial de pesquisa, o estímulo de práticas voltadas à AC, com ênfase nas discussões sobre a NdC. O acesso ao documento se deu através do *website* da instituição, a partir da opção “cursos”, em seguida “licenciaturas” e, por último, “licenciatura em química”. Adotamos para a pesquisa a última versão do PPC do curso, elaborado em 2018.

De acordo com Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009), a pesquisa documental é um procedimento que faz uso de técnicas e métodos para compreender e analisar os diversos tipos de documentos. Para os autores, esse tipo de análise tem como objetivo produzir e reelaborar os conhecimentos, possibilitando um novo olhar para o fenômeno de estudo, à medida que o investigador interpreta e realiza uma síntese das informações. Em relação às vantagens dessa técnica se destaca a estabilidade das informações, uma vez que se utiliza de “fontes fixas” de informações, assim como, não provoca alteração nos sujeitos ou no ambiente (SOUZA; KANTORSKI; LUÍS, 2011).

Nesse sentido, realizamos uma análise preliminar do PPC do curso de modo a obter uma visão geral dos documentos para que, em sequência, fosse utilizado elementos da análise de conteúdo (BARDIN, 2016) para um olhar mais aprofundado. Diante disso, para o aprofundamento dos aspectos relativos à AC presentes no documento, optamos por utilizar, como categorias teóricas de análise estabelecidas a priori, os três eixos estruturantes da AC propostos por Sasseron e Carvalho (2011): I) Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; II) Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e III) o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.

Ressaltamos, no entanto, que o foco principal de nossa análise, tendo em vista a temática da pesquisa, direcionou-se ao segundo eixo. Acreditamos que os eixos propostos por Sasseron e Carvalho (2011) fornecem elementos fundamentais para a construção de uma educação mais crítica e reflexiva no contexto da AC dos indivíduos, em qualquer nível de ensino.

5.3.2 Entrevistas semiestruturadas

Por fim, na terceira etapa foram realizadas entrevistas com os professores formadores, cujo roteiro está disponível nos apêndices A e B. Tais entrevistas foram realizadas com o intuito de analisar a compreensão e o desenvolvimento de práticas pedagógicas direcionadas à NdC por parte dos professores.

Minayo (2009) destaca que a entrevista tem o objetivo de construir informações pertinentes para um objeto de pesquisa e a abordagem pelo entrevistador, de temas igualmente pertinentes, com vistas a este objetivo. Em relação às contribuições dessa técnica, Duarte (2004) ressalta que as entrevistas permitem que o pesquisador realize um mergulho em profundidade, coletando informações e compreendendo os significados atribuídos pelos sujeitos à sua realidade e ao problema investigado. Logo, é importante uma escuta atenta por parte do entrevistador de modo a conduzir questionamentos que venham possibilitar uma colaboração

efetiva com a compreensão do objeto de estudo.

Optamos por realizar uma entrevista semiestruturada ou entrevista guiada. Esse tipo de entrevista é utilizado quando o pesquisador já conhece os principais elementos que deseja pesquisar, e baseado neles, elaborar algumas questões que deseja tratar, possibilitando que o entrevistado se expresse de forma livre (RICHARDSON, 2012). Desse modo, é construído um roteiro, que pode sofrer alterações e incrementos de novos questionamentos que venham a surgir no momento de realização da entrevista.

Outra etapa importante após a entrevista é a transcrição. Para isso, embasamos nossa compreensão nas ideias de Minayo (2009). A autora salienta a importância de transcrever fielmente a fala dos entrevistados para melhor compreender a lógica interna do grupo investigado. Isso inclui, muitas vezes, apresentar os momentos de pausa na voz do entrevistado, risos e entonação que podem ser bastante expressivos para entender o fenômeno em estudo.

Partindo de tais aportes, as entrevistas realizadas foram gravadas em áudio, transcritas de maneira literal e analisadas a partir de elementos da análise de conteúdo em conjunto com o software IRAMUTEQ.

5.4 A ANÁLISE DOS DADOS

5.4.1 Análise de conteúdo

Um dos métodos utilizados para a análise dos dados foi a análise de conteúdo. Elementos da análise de conteúdo estiveram presentes nas duas etapas da pesquisa: na análise documental do PPC da licenciatura e de maneira conjunta com o software de análise textual IRAMUTEQ na análise das entrevistas.

A análise de conteúdo teve sua utilização atrelada, num primeiro momento, a um enfoque quantitativo, porém, ao longo dos anos passou a ser empregada em pesquisas qualitativas (GODOY, 1995), principalmente nas pesquisas sociais e no contexto educativo. Bardin (2016) ressalta que esse tipo de análise se configura como um conjunto de técnicas aplicadas a análise das comunicações que busca obter através de procedimentos sistemáticos e objetivos, indicadores que possibilitem inferir conhecimentos relacionados com os processos de produção e recepção das mensagens. Bardin discute as fases da análise de conteúdo a partir de três polos cronológicos: I) pré-análise; II) exploração do material e III) tratamento dos resultados, inferência e interpretação:

A pré-análise configura-se como uma fase de organização do material, leitura flutuante

e compreende a operacionalização e sistematização das ideias iniciais, de modo a conduzir operações sucessivas que possam auxiliar no processo de análise (BARDIN, 2016). Logo, nessa etapa, são selecionadas as informações que irão compor o *corpus* de análise, e uma leitura flutuante é realizada de modo a obter uma visão geral do *corpus*, elaborar hipóteses e objetivos de análise, assim como, planejar as etapas seguintes da pesquisa.

A *exploração do material* consiste na análise mais aprofundada dos dados de modo ao desenvolvimento de ações que possam vir a concretizar as decisões tomadas na pré-análise (BARDIN, 2016). Na fase de *tratamento dos resultados obtidos e interpretação*, as informações foram tratadas de modo a se tornarem significativas (BARDIN, 2016). Desse modo, nessa etapa realizamos a interpretação e a inferência dos resultados de maneira a garantir confiabilidade a partir dos pressupostos teóricos da pesquisa.

Os três polos cronológicos que norteiam a análise de conteúdo de Bardin (2016) refletem processos organizados e sistemáticos de análise que conduzem a um processo interpretativo e de reorganização de significados. Nesse sentido, tais polos serviram de norte para a análise dos nosso corpora de análise, composto por documentos e a transcrição das entrevistas.

5.4.2 O Software IRAMUTEQ

Aliado a elementos da análise de conteúdo, na análise dos registros transcritos das entrevistas utilizamos o *software* IRAMUTEQ. De acordo com Camargo e Justo (2013), o IRAMUTEQ é um *software* gratuito, desenvolvido conforme a lógica da *open source*, e que se ancora no ambiente estatístico do *software* R e na linguagem de programação *Python*. Os autores ressaltam que esse *software* possibilita diferentes tipos de análise textual, desde aquelas mais simples, tais como a lexicografia básica até análises multivariadas, organizando o vocábulo de maneira compreensível e visivelmente clara.

Nessa perspectiva, o IRAMUTEQ pode contribuir de forma efetiva em estudos que envolvam dados textuais, tornando possível aprimorar as análises, utilizar grandes volumes de texto, assim como, realizar análises lexicais, sem perder o contexto da palavra (CAMARGO; JUSTO, 2013). O *software* foi desenvolvido inicialmente em língua francesa, mas já possui dicionário em outras línguas (RATINAUD; MARCHAND, 2012 *apud* CAMARGO; JUSTO, 2013). No Brasil, começou a ser utilizado em 2013, principalmente em pesquisas que tratam de representação social, mas outras áreas também já estão fazendo uso dele.

No contexto do presente estudo, a escolha da utilização do *software* se deu em virtude do volume de dados que iremos analisar nas entrevistas, assim como, das ferramentas que ele

oferece. Optou-se por realizar com o IRAMUTEQ as seguintes análises: nuvem de palavras, a Classificação Hierárquica Descendente (CHD) e a análise de similitude.

A Nuvem de palavras proporciona uma representação gráfica das ocorrências dos lemas no *corpus* textual, na qual cada lema adquire um tamanho proporcional a sua frequência (SOUSA, et.al, 2020). Então, aqueles lemas com maior frequência aparecem em tamanho maior na nuvem, enquanto aqueles de menor frequência aparecem menores no gráfico. Essa análise é simples, mas fornece uma visão interessante do *corpus*.

A CHD realiza o agrupamento dos segmentos de texto, de maneira que o corpus seja subdividido de acordo com a coocorrência das formas lexicais presentes (SOUSA, et.al, 2020). Esta análise objetiva obter classes com vocabulários semelhantes entre si e, ao mesmo tempo, com vocabulários distintos dos segmentos de texto de outras classes (CAMARGO; JUSTO, 2013). O software organiza a análise em um dendrograma que mostra a relação entre as classes. Isso é possível através da realização de testes de qui-quadrado (χ^2), que possibilitam averiguar a associação entre as formas linguísticas e as classes lexicais (SOUSA, et.al, 2020). O dendrograma representa graficamente os diferentes conjuntos lexicais e seus lemas característicos, o que permite ao pesquisador visualizar possíveis categorias de análise.

A análise de similitude, representada por meio do gráfico de árvore máxima, tem como base a teoria dos grafos e torna possível perceber as coocorrências entre os lemas e com isso, possibilitar perceber a conexão entre eles no corpus (CAMARGO; JUSTO, 2013). Essa análise será utilizada no presente estudo por colaborar para a identificação da estrutura do conteúdo. Ressaltamos, porém, que mesmo com o uso do *software* para a análise dos dados o pesquisador não se ausenta da função de interpretação, o *software* apenas auxilia nesse processo.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO PPC DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DO IFRN

O presente capítulo apresenta a análise documental realizada com o intuito de atender ao primeiro objetivo específico elencado para essa pesquisa, que envolve a identificação de aspectos relativos a AC no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Licenciatura em Química do IFRN. Desse modo, apresentaremos, inicialmente, uma breve descrição sobre a fundamentação, organização e estruturação do PPC, que se configura como um documento único para todos os *Campi* que ofertam o curso. Em seguida, aprofundaremos o debate a partir das categorias teóricas estabelecidas.

Para a análise, adotamos a última versão do PPC do curso, referente ao ano de 2018, fruto de uma reformulação da versão anterior aprovada em 2012. Ressaltamos que a análise realizada contemplou a apresentação do curso, a justificativa, os objetivos e o perfil profissional de conclusão do curso. Para um melhor aprofundamento em relação a abordagem da NdC no documento foram analisadas também as ementas das disciplinas como documentos complementares. Nessas ementas foram observados os conteúdos programáticos e as referências.

De início, cabe salientar que a proposta curricular do curso de licenciatura em química presencial do IFRN foi construída tendo por base os fundamentos filosóficos da prática educativa progressista histórico-crítica de Paulo Freire, as bases legais do sistema educativo nacional, os princípios norteadores da formação de professores para a educação básica, explicitados na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei nº 9.394/96), o Projeto Político-Pedagógico (PPP) institucional, assim como, as resoluções, pareceres e decretos normatizadores dos cursos de licenciatura no Brasil (IFRN, 2018).

No que tange a organização curricular, o curso de Licenciatura em Química do IFRN está organizado em núcleos e eixos articuladores de saberes. Os núcleos são três: I) Núcleo de Formação Geral, Específica, Interdisciplinar e Educacional; II) Núcleo de Aprofundamento e Diversificação e III) Núcleo de Estudos Integradores.

O Núcleo de Formação Geral, Específica, Interdisciplinar e Educacional compreende os aspectos de diversas áreas do conhecimento, envolvendo conhecimentos pedagógicos específicos e interdisciplinares. O Núcleo de Aprofundamento e Diversificação comporta os estudos das áreas de atuação profissional, o que inclui conhecimentos pedagógicos e específicos. E por fim, o Núcleo de Estudos Integradores é constituído por seminários e estudos curriculares, participação em projetos de iniciação científica, extensão, iniciação à docência, residência docente, monitoria, além de práticas que articulam a interação entre os sistemas de ensino e as instituições educativas. Os referidos núcleos comportam três eixos articuladores: Eixo Fundamental; Eixo Didático-Pedagógico e Epistemológico; e Eixo Específico (IFRN, 2018).

O Eixo Fundamental está relacionado aos conhecimentos científicos necessários para o bom desempenho profissional dos licenciados e que são basilares para o desenvolvimento das atividades acadêmicas. O eixo Didático-Pedagógico e Epistemológico inclui as disciplinas que dão suporte ao licenciado em sua atuação como profissional da educação. Essas disciplinas abordam o papel da educação, os aspectos cognitivos da aprendizagem, os conhecimentos relativos ao trabalho pedagógico, bem como, os fundamentos históricos, filosóficos inerentes à ciência. O último eixo, o Eixo Específico, apresenta as disciplinas que fundamentam a formação docente na educação básica em sua área específica.

A partir da análise realizada no referido documento, destacamos que tanto os núcleos, quanto os eixos articuladores incentivam o desenvolvimento de atividades integradoras, que envolvem teoria e prática, bem como o diálogo e a interdisciplinaridade como condutores de uma formação crítica e integral dos licenciandos. Nessa perspectiva, a proposta curricular do curso prevê aspectos que envolvem a articulação entre conhecimentos científicos, pedagógicos e epistemológicos.

Ressaltamos que uma observação relevante diante da análise do documento é que o termo “alfabetização científica” não é mencionado no PPC do curso. Porém, mediante uma análise mais aprofundada, é possível identificar aspectos que conduzem à reflexão sobre essa temática. Ideias relacionadas a AC, tornam-se evidentes, por exemplo, quando o documento preconiza a formação para a cidadania e concebe o ato de ensinar a partir de dimensões diversas, que vão além de conhecimentos conceituais:

O ato de ensinar nas licenciaturas oferecidas pelo IFRN é concebido como uma atividade humana, técnica, política e ética voltada para a formação da cidadania e para o mundo do trabalho, por meio de um currículo que ressalta – no que concerne à formação de professores – as exigências filosóficas, epistemológicas e as necessidades do contexto (IFRN, 2018, p.6)

A partir desse viés, o ato de ensinar ultrapassa um patamar puramente técnico e passa a ser compreendido por meio de uma perspectiva de formação integral, que considera o contexto, e requer um profissional que possua saberes diversos e que seja capaz de articulá-los para atender as necessidades educacionais e sociais.

Além disso, o documento preconiza a inclusão social, ao defender que a formação de educadores necessita promover “a reflexão, objetivando a sensibilização e o conhecimento da importância da participação dos sujeitos para a vida em sociedade” (IFRN, 2018, p. 40). Nesse sentido, torna-se evidente uma preocupação com a formação de professores críticos e reflexivos, que conduzam suas práticas pedagógicas de maneira a favorecer a participação social, que é um elemento importante para o processo de promoção da AC. A partir daqui discutiremos sobre cada uma das categorias de análise estabelecidas.

6.1.1 Compreensão dos termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais

No que se refere à primeira categoria de análise definida à priori, a compreensão dos termos conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, são apresentados no Quadro 2, indicadores e algumas unidades de registros relativos a essa categoria que foram identificados ao longo do documento.

Quadro 2: Compreensão dos termos, conceitos e conhecimentos

Categoria 1: Compreensão básica dos termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais	
Indicadores	Unidade de registro
Linguagem científica	[...] esses profissionais deverão ser capazes de: Ler, compreender e interpretar os textos científico-tecnológicos em idioma pátrio e estrangeiro.
	[...] Saber interpretar e utilizar as diferentes formas de representação (tabelas, gráficos, símbolos, expressões, etc.);
Problematização	[...] ter capacidade de disseminar e difundir e/ou utilizar o conhecimento relevante para a comunidade.

Fonte: elaborado pela autora (2023)

Ao mencionar a importância de que os licenciandos consigam adquirir habilidades de leitura e compreensão dos textos científico-tecnológicos em idioma pátrio e estrangeiro, é notório a importância dada à linguagem científica. Relacionado a isso, tem-se a necessidade

que os estudantes de licenciatura não somente tenham acesso aos conhecimentos científicos, mas que consigam interpretá-los, e, assim, possam em sua prática futura, realizar uma transposição didática efetiva dos conteúdos (LIGOURE; NOSTE, 2005).

Ainda nesse contexto, como destacado no Quadro 2 tem-se a capacidade de interpretar as diferentes formas de representação (IFRN, 2018). Essa habilidade se torna importante ao passo que consideramos que a ciência possui uma linguagem própria na produção de sentidos e de interpretação, que precisa ser compreendida pelo corpo docente, para então ser adaptada e transposta para o ensino.

O PPC do curso ressalta, também, como uma das finalidades da formação profissional, habilidades relativas à problematização ao destacar a capacidade de difundir o conhecimento relevante para a comunidade (IFRN, 2018). Isso implica saber selecionar e aplicar os conhecimentos mais relevantes, de acordo com o contexto do alunado e, assim, favorecer a aprendizagem dos conteúdos.

Nessa perspectiva, conhecer o conteúdo a ser ensinado é uma das necessidades formativas apontadas por Carvalho e Gil-Pérez (2011) e um atributo indispensável para qualquer docente. Porém, além da compreensão dos conceitos e conhecimentos científicos, ou seja, saber ciência, o corpo docente necessita saber sobre ciências e isso envolve compreender sobre a NdC, elencada no presente estudo como uma segunda categoria de análise.

6.1.2 Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática

Entendemos que esse seja um dos eixos basilares da AC, tendo em vista que a compreensão acerca de como se desenvolve/constrói a ciência pode favorecer o desenvolvimento de uma visão crítica dos aspectos sociais, científicos e tecnológicos envolvidos nesses processos e, conseqüentemente, um maior interesse em discussões dessa natureza.

À vista disso, para construir uma visão mais ampla da ciência, que contribua para melhorias no ensino, é essencial inserir, na formação inicial, conteúdos que discutam sobre a natureza da ciência e relacionar tais conteúdos com os conhecimentos científicos e com a didática das ciências (ADÚRIZ-BRAVO, IZQUIERDO; ESTANY, 2002). Para que isso seja possível, é necessária uma formação ampla e integrada. No quadro 3 é possível perceber a menção de aspectos relativos a NdC em algumas partes do documento.

Quadro 3: Natureza da Ciência

Categoria 2: Natureza da ciência	
Indicadores	Unidades de registro
Formação integral	Os cursos superiores de licenciatura do IFRN se constituem práxis que engloba saberes filosóficos, epistemológicos e didático-pedagógicos contrários às divisões disciplinares fragmentadas e reducionistas, primando por uma base consistente de conhecimentos necessários à formação da identidade do profissional docente.
Natureza epistemológica e histórica da ciência	[...] ter uma visão crítica com relação ao papel social da Ciência e à sua natureza epistemológica, compreendendo o processo histórico-social de sua construção;
A química como construção humana	[...] reconhecer a Química como uma construção humana e compreender os aspectos históricos de sua produção e suas relações com o contexto cultural, socioeconômico e político.

Fonte: elaborado pela autora (2023)

O PPC do curso direciona para uma reflexão importante, que é o rompimento da fragmentação de saberes, ao mencionar que os cursos superiores de licenciatura do IFRN constituem mediante o diálogo entre diferentes áreas como filosofia, epistemologia e didática (IFRN, 2018). Essa ideia de rompimento com a fragmentação de saberes pode ser efetivada a partir da articulação entre as disciplinas, o que pode se configurar como uma importante ferramenta para conduzir a uma formação profissional rica e diversificada. Essa articulação entre as disciplinas e áreas do conhecimento é defendida amplamente por autores da área (PIERSON; NEVES, 2001; BROIETTI; STANZANI, 2016).

Arelado a isso, outro aspecto importante abordado no documento, destacado no Quadro 3 é a necessidade formar profissionais que reconheçam a química como uma construção humana, que é afetada pelo contexto social, político e econômico da sociedade (IFRN, 2018). Isso conduz a compreensão de que o conhecimento científico está relacionado com seu contexto de produção (MOURA, 2014) e carrega subjetividades da época, assim como, de quem a produz.

Como destacado no PPC do curso, e evidenciado no Quadro 3, um atributo fundamental é que o corpo docente possua um olhar crítico em relação à ciência e o processo de construção dos conhecimentos (IFRN, 2018). Tal entendimento tem sua importância refletida a partir do valor específico e cultural da ciência. O valor específico é resultado da reflexão teórica sobre a ciência, possibilitando uma imagem mais dinâmica, completa, e menos dogmática. Enquanto

o valor cultural está relacionado com objetivos democráticos e morais, contribuindo com a tomada de decisões críticas em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico (ADÚRIZ-BRAVO; IZQUIERDO; ESTANY, 2002). Desse modo, o indivíduo que não só conhece a ciência, mas entende seus processos de produção, pode desenvolver uma visão mais adequada sobre a ciência e a tecnologia e discutir suas implicações na sociedade, dispondo de argumentações mais fundamentadas.

Diante de tais discussões e a partir da análise curricular da ementa das disciplinas, são apresentadas a seguir, no quadro 4, as disciplinas obrigatórias do curso e suas bases científico-tecnológicas (conteúdos) que apresentam elementos para o possível favorecimento de reflexões e discussões sobre a NdC.

Quadro 4: Disciplinas e conteúdos que podem favorecer a discussão sobre a NdC no PPC da licenciatura em Química do IFRN

Disciplinas	Bases Científico-Tecnológicas (Conteúdos)
Fundamentos da Educação I	- Definição e importância da filosofia para o fenômeno educativo; - Teorias filosóficas da educação à luz dos autores clássicos e contemporâneos; - Filosofia da educação na formação e na prática docente.
Epistemologia da ciência	- Abordagens tradicionais do conceito de conhecimento; - Abordagens epistemológicas da filosofia da ciência; - O conhecimento disciplinar e o mundo do trabalho; - Tópicos de filosofia da química.
Metodologia do Trabalho Científico	- Definição de ciência e método científico;
Metodologia do Ensino de Química I	- A Função social do ensino de química; - Diferentes usos do laboratório no desenvolvimento da aprendizagem de conceitos químicos; - Elaboração de plano de ensino.
Metodologia do Ensino de Química II	- Desenvolvimento de conceitos, leis e teorias envolvidos na experimentação; - Criação de uma situação de investigação; - Propostas de atividades experimentais não vinculadas a um laboratório de Química; - Elaboração de plano de ensino.

Fonte: elaborado pela autora (2023)

Diante das informações apresentadas no quadro 4, fica evidente a presença de disciplinas que favorecem uma discussão teórica da NdC, de maneira mais explícita, assim como, aquelas que conduzem a uma discussão da NdC direcionada ao ensino de química e ao planejamento de

propostas de ensino.

Em relação aos conteúdos apresentados nas ementas de tais disciplinas, é possível verificar a predominância de temáticas relativas à definição de ciência, conhecimento e método científico, experimentação, aspectos filosóficos no ensino e práticas pedagógicas no ensino de química. Acreditamos que esses temas possam dar subsídio básico ao planejamento de práticas pedagógicas que englobam a NdC, uma vez que envolvem elementos filosóficos e epistemológicos relacionados ao conhecimento científico, bem como, o diálogo com contextos práticos.

Nesse contexto, uma possibilidade seria a inserção do planejamento de práticas pedagógicas nas disciplinas de Metodologia do Ensino de Química I e II, bem como em outras disciplinas que favoreçam a reflexão prática, uma vez que de acordo com Adúriz-Bravo, Izquierdo e Estany (2002), os conteúdos metacientíficos, ou seja, que envolvem história, filosofia ou sociologia da ciência, têm sua inserção favorecida em disciplinas da área de didática das ciências. Isso pode se justificar ao considerarmos as ações de articulação de teoria e prática, que essas disciplinas proporcionam.

Quanto às ementas das disciplinas foram identificados autores clássicos para subsidiar as discussões voltadas a NdC como Popper (2008), Kuhn (2007) e Feyerabend (2007), bem como, aqueles e aquelas que se enquadram como manuais de pesquisa e viabilizam discussões sobre o método científico como Gil (2010), Barros (2010) e Marconi e Lakatos (2010). Além disso, identificamos bibliografias que não tratam especificamente da NdC, mas por viabilizarem reflexões sobre a prática, o ensino de ciências e o contexto educativo, podem colaborar com o planejamento de propostas nesse âmbito, dentre eles, destacamos Castro (2005), Cunha (2012), Maldaner (2013) e Aranha (2009).

Porém, notamos a ausência de algumas bibliografias importantes, como “O que é a ciência afinal” (CHALMERS, 1993), “Filosofia da ciência: Um Jogo e suas regras” (ALVES, 2000), “A necessária renovação do ensino de ciências” (CACHAPUZ, et al., 2005), “Ensino de Ciências por Investigação: Condições de implementação em sala de aula” (CARVALHO, 2013) “Um Discurso sobre as Ciências” (SANTOS, 2010), “a construção das ciências” (FOUREZ, 1995), “A crítica e o desenvolvimento do conhecimento científico” (LAKATOS; MUSGRAVE, 1979) e “A formação do espírito científico” (BACHELARD, 1996).

Reconhecemos que esses materiais poderiam contribuir para ampliar o aporte bibliográfico já apresentado no documento e dar subsídio a diálogos sobre a NdC e o planejamento de propostas direcionadas ao ensino, uma vez que o professorado em formação necessita não somente saber sobre NdC, mas também ter um leque de conhecimentos que o

orientem a implementá-la em suas práticas.

Nesse sentido, a partir da análise curricular das disciplinas e do PPC em sua íntegra, torna-se perceptível que o curso oferece uma base teórica que possibilita discussões sobre a NdC, porém, em algumas seções do documento a discussão sobre esses aspectos existe, mas não é tão aprofundada, o que reflete a existência de lacunas nesse eixo. Essa compreensão pode ser evidenciada ao considerarmos o estudo desenvolvido por Nunes, Dantas e Leite (2021), que ao buscarem identificar indícios Alfabetização Científica e Tecnológica nos projetos pedagógicos dos cursos de licenciatura em Química do Rio Grande do Norte com o auxílio do software IRAMUTEQ constataram a ausência, num primeiro momento de aspectos voltados a NdC nos objetivos e perfil do profissional egresso.

Além disso, acreditamos que seria importante um maior aprofundamento nas questões relativas à NdC nas disciplinas de caráter específico, tendo em vista que essas discussões estão presentes, quase exclusivamente nas disciplinas de caráter didático-pedagógico e epistemológico. Essa observação está em consonância com os resultados da pesquisa de Oliveira e Kiouranis (2021), que identificaram a ausência de discussões da história da ciência nas disciplinas específicas dos currículos de cursos de licenciatura em química de instituições públicas do estado do Paraná, no Brasil.

Em vista disso, Loguercio e Del-Pino (2006) destacam a relevância de inserir na formação docente o conhecimento químico em suas bases filosófica, social, econômica e política relativas à história da ciência, em disciplinas da área específica da química e da educação química, de modo interdisciplinar. A importância dessa prática, justifica-se pelo entendimento de que os conhecimentos científicos são construídos mediante um contexto histórico, social e cultural, que precisa ser conhecido pelos professores para uma compreensão mais efetiva da ciência.

6.1.3 Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.

A terceira categoria de análise buscou identificar no documento o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente, terceiro eixo estruturante da AC proposto por Sasseron e Carvalho (2011). No Quadro 5 são apresentados alguns excertos que refletem essa categoria.

Quadro 5: Aspectos CTS

Categoria 2: CTS	
Indicadores	Unidades de Registro
Ciência e sociedade	Em consonância com a função social do IFRN, esse curso se compromete a promover formação docente consoante com os valores fundantes da sociedade democrática, com os conhecimentos referentes à compreensão da educação como uma prática social, com o domínio dos conhecimentos específicos, com os significados desses conhecimentos em diferentes contextos e a necessária articulação interdisciplinar.
Ciência e sociedade	[...] compreender e avaliar criticamente os aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos, éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade;
Ciência e tecnologia	[...] formar o licenciado através de um processo de apropriação e de produção de conhecimentos científicos e tecnológicos, capaz de contribuir com a formação humana integral e com o desenvolvimento socioeconômico da região articulado aos processos de democratização e justiça social.
Ciência e meio ambiente	[...] promover a cultura de educação ambiental na formação discente, relacionada à área de Química, procurando desenvolver um senso de preservação da vida e do meio ambiente.
Ciência e Sociedade	[...] exercer plenamente sua cidadania e, enquanto profissional, respeitar o direito à vida e ao bem-estar dos cidadãos.
Ciência e tecnologia	Considerando a necessidade de formar profissionais capazes de atuar na educação básica na perspectiva da melhoria da qualidade dos processos de ensinar e de aprender e que sejam sintonizados com as necessidades da sociedade e, em particular, da educação, esses profissionais deverão ser capazes de: [...] compreender os avanços científico-tecnológicos e educacionais.

Fonte: elaborado pela autora (2023)

Esse eixo foi identificado, por exemplo, quando são discutidas as diretrizes da formação docente, fundamentadas no Projeto Político Pedagógico do IFRN, que propõe o desenvolvimento de competências básicas e profissionais a partir de conhecimentos científicos e tecnológicos, formação cidadã e sustentabilidade ambiental (IFRN, 2018). Nessa perspectiva, o documento sugere uma formação que busque desenvolver nos futuros professores e professoras a capacidade de utilizar os conhecimentos científicos e tecnológicos para exercer sua cidadania de maneira mais efetiva, assim como, analisar e desenvolver o senso de preservação ambiental.

Esse aspecto torna-se notório quando se considera que a formação profissional docente deve possibilitar compreensão e avaliação crítica das aplicações da Química na sociedade,

considerando os aspectos tecnológicos, sociais, ambientais, éticos e políticos. Sendo isso concretizado a partir de uma formação humanística, na qual seja possível exercer uma cidadania plena, respeitando a vida e o bem-estar dos indivíduos (IFRN, 2018).

Considerando esses atributos, o professorado que está sendo formado precisa compreender o seu papel em sala de aula. Para isso, é necessário romper com a concepção de docente como aquele ou aquela que apenas ensina, “transmite conteúdo”, e adotar a concepção de alguém que também deve aprender e que é capaz de transformar e aplicar os conhecimentos disciplinares em articulação com as demais áreas do conhecimento (BISPO FILHO *et.al*, 2013).

Essa interdisciplinaridade é defendida no PPC, uma vez que há o comprometimento com a promoção de valores democráticos e o reconhecimento da educação como prática social, a partir do domínio dos conhecimentos científicos e sua aplicação nos diferentes contextos, por intermédio de uma articulação interdisciplinar (IFRN, 2018).

Perante o exposto, na discussão dessa e das demais categorias, fica evidente no PPC do curso a presença de aspectos relativos à AC, visto que é pleiteada uma formação pautada na interdisciplinaridade entre os saberes e na compreensão da química como construção humana, na qual estão envolvidos aspectos sociais, científicos e tecnológicos, que quando compreendidos de maneira crítica convergem com os pressupostos teóricos da AC. Porém, como mencionado, o documento ainda apresenta lacunas no que tange a NdC.

Desse modo, julgamos ser necessário repensar elementos do currículo de modo a ampliar a compreensão da ciência e promover uma AC efetiva, processo tão emergente e necessário nos cursos de formação inicial de docentes de ciências. Isso requer um esforço coletivo, que não se limite apenas ao campo teórico, mas também, vincula-se ao campo prático. Acreditamos que essas ações poderão conduzir a concepções de ciência mais adequadas e, conseqüentemente, uma melhoria no processo de ensino e aprendizagem de ciências na educação básica.

6.2 AS ENTREVISTAS (IRAMUTEQ)

Apresentamos aqui a descrição dos resultados referentes à análise das entrevistas dos professores formadores a partir do *software* IRAMUTEQ (versão 0.7 *alpha* 2), um software que reúne um conjunto de possibilidades de tratamento de dados qualitativos que se fundamentam na lexicometria que possibilitam a análise de textos diversos (SOUSA, 2021). Buscamos, através dessa análise, identificar elementos que nos conduzam ao entendimento de como os professores compreendem e desenvolvem elementos da natureza da ciência no referido curso. As análises permitiram construir uma ideia geral do *corpus*, bem como conhecer suas

especificidades.

Destaca-se, inicialmente, que a estatística textual mostrou um total de 18131 ocorrências entre formas, palavras e vocábulos. Enquanto isso, a análise lexical do *corpus* textual analisado possui um total de 5 textos e 514 segmentos de textos (ST).

6.2.1 Um olhar geral para o *corpus*

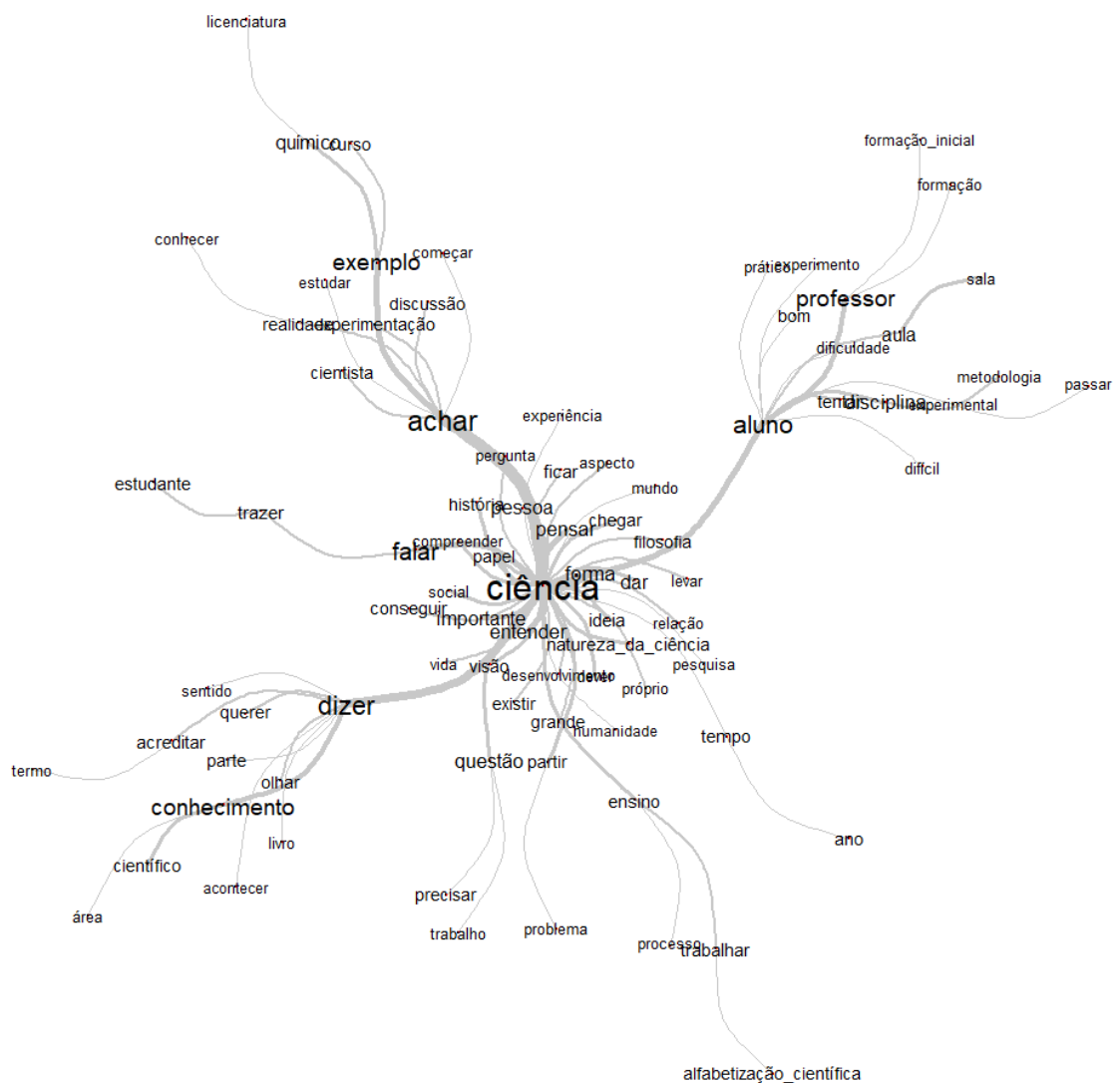
Iniciamos nossa discussão partindo da nuvem de palavras (Figura 3), uma das análises mais simples do IRAMUTEQ, mas que fornece uma visão geral do *corpus*, o que é muito importante para conhecer sobre a composição e a representatividade dos lemas (palavras) que surgem em destaque, assim como identificar possíveis ausências.

Figura 3:Nuvem de palavras

expressam relação com a temática central desse estudo: “natureza da ciência”. Desse modo, é possível inferir que esses lemas sugerem o diálogo sobre a ciência, dentro do contexto da formação inicial, que deve existir entre os professores e alunos.

Seguindo, apresentamos outra análise que, juntamente à nuvem de palavras, nos direciona a uma compreensão sobre o *corpus*, do grafo de similitude, representado na Figura 4. O grafo de similitude permite perceber as conexões entre as palavras no *corpus* textual. Isso pode ser evidenciado pelo tamanho da palavra, representando a sua frequência e a espessura da linha que liga as palavras, que indica a coocorrência, ou seja, ocorrem no mesmo segmento de texto. Desse modo, é possível compreender, quais palavras durante as entrevistas foram mencionadas próximas a outras.

Figura 4: Grafo de similitude



Fonte: elaborado pela autora (2023)

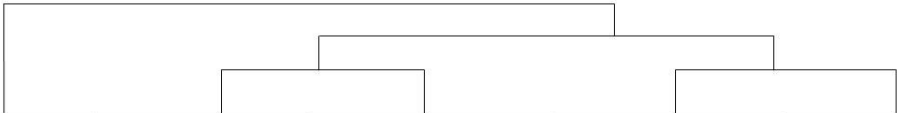
Ao observar o grafo de similitude disposto na Figura 4, é possível notar que, assim como na nuvem de palavras, o lema “ciência” ocupa destaque central, indicando que as falas dos professores estiveram diretamente relacionadas ao termo. Em torno do lema central e ligados diretamente a ele temos “entender”, “importante”, “pensar”, “compreender” “papel” “natureza da ciência” que vem sugerir a importância que os sujeitos pesquisados atribuíram ao tema nos seus discursos.

Percebemos ainda, no grafo de similitude, vínculos partindo de uma ligação mais espessa entre os lemas “dizer”, “achar”, “aluno” e “professor” ao lema central “ciência”. Entende-se que esses lemas podem representar caminhos para a sua inserção no contexto formativo, bem como desafios associados. Por exemplo, o lema “achar” relaciona-se de forma direta com “exemplo”, “discussão”, “experimentação”, possivelmente evidenciando estratégias para inserção da temática no contexto de sala de aula. Enquanto o lema “aluno” está associado a lemas como “professor”, “tema”, “dificuldade”, “disciplina”, “aula” e “formação” o que pode sugerir a menção de dificuldades associadas a temática.

6.2.2 As categorias de análise

Partindo da análise CHD (Classificação Hierárquica Descendente), é possível verificar as classes que contemplam, a partir de uma análise estatística, as palavras mais representativas, possibilitando desse modo a realização de inferências e a construção de categorias por parte do pesquisador. Além disso, por meio do dendrograma, torna-se possível visualizar o agrupamento e a relação entre as classes, como apresentado na Figura 5.

Figura 5: Dendrograma da CHD com classes obtidas através do Iramuteq



Classe 2	22,2%	Classe 5	22,5%	Classe 1	15,5%	Classe 4	21,1%	Classe 3	18,7%
Palavra	X ²	Palavra	X ²	Palavra	X ²	Palavra	X ²	Palavra	X ²
Estudante	74,08	Gente	30,29	Sociedade	38,87	Termo	40,29	Sistema	30,98
Trazer	63,12	Experimental	28,32	Papel	38,03	Existir	23,54	Ementa	29,85
Ensino	48,72	Abordagem	23,37	Animal	33,22	Real	22,77	Falta	29,85
Professor	45,32	Conhecimento	20,52	Ética	33,22	Moderno	22,77	Curso	25,99
Trabalhar	44,49	Natureza	19,53	Humano	32,24	Grego	22,77	Colocar	25,82
Metodologia	39,73	Teoria	19,53	Achar	24,78	Método	21,62	Olhar	25,05
Visão	37,34	Mostrar	17,5	Cientista	23,15	Começo	21,62	Filosofia	23,62
Trabalho	32,33	Acontecer	17,5	Funcionar	22,03	Próprio	19,45	Bibliografia	22,01
Formação inicial	25,01	Deus	17,5	Ciência	21,28	Universidade	18,92	Livro	21,06
Material	25,01	Caminho	17,5	Lembrar	17,02	Platão	15,1	Avanço	17,56
Químico	23,67	Explicar	17,5	Ético	16,48	Sócrates	15,1	Exemplo	13,34
Docente	21,38	Forçar	13,96	Repensar	16,48	Costumar	14,24	Vencer	13,13
Cotidiano	20,19	Forte	13,96	Produto	16,48	Epistemológico	14,16	Cultural	13,03
Questão	19,8	Consolidação	13,96	Histórico	16,48	Conceito	14,16	Vez	12,77
Conteúdo	17,77	Fenômeno	12,97	Filme	16,09	Pergunta	13,2	Passagem	12,51
Materiais alternativ	17,77	Pessoa	10,97	Grande	13,53	Conhecer	13,2	Ler	12,51
		Ano	10,96			Epistemologia	11,33		

Fonte: elaborado pela autora (2023)

Como é possível observar no dendrograma acima, a classe 2 se mostra isolada das demais, enquanto nota-se o agrupamento das classes 1 e 5 e o agrupamento das classes 3 e 4. Desse modo, infere-se que as cinco classes podem ser agrupadas em três categorias distintas, como apresentado no Quadro 6, disposto a seguir.

Quadro 6: Categorias de análise

Classes	Lemas representativos	Categorias
2	Estudante – Ensino – Trabalhar - Metodologia – visão - Formação inicial - material - Químico – Docente – Cotidiano - Conteúdo	Categoria 1: Contexto formativo e práticas docentes
1 e 5	Gente- Experimental – Abordagem, Conhecimento – Natureza – Teoria – Mostrar – Sociedade – Papel – Ética – Humano-ciência.	Categoria 2: Os papéis sociais da ciência e a experimentação no processo de produção do conhecimento científico
3 e 4	Sistema – Ementa – Falta – Curso - Olhar – Termo – Filosofia – Existir - Real – Próprio – Método – universidade	Categoria 3: Lacunas no currículo formativo

Fonte: elaborado pela autora (2023)

A partir daqui, discutiremos cada uma das três categorias apresentadas no Quadro 6, a saber: 1) Contexto formativo e práticas docentes; 2) Os papéis sociais da ciência e a experimentação e 3) Lacunas no currículo formativo. Cabe salientar que os sujeitos da pesquisa foram identificados, em suas falas, como Professor 1, Professor 2, Professor 3, Professor 4 e Professor 5. Dentre eles, os professores 1, 3 e 4 são professores da área de química, enquanto os professores 2 e 5 são docentes da área de epistemologia da ciência.

6.2.2.1 Contexto formativo e práticas docentes

Nessa categoria são apresentados elementos referentes à formação de professores e às práticas docentes desenvolvidas com o intuito de discutir sobre a NdC e promover a AC na formação inicial. Os lemas mais representativos dessa categoria foram: Estudante, Ensino, Trabalhar, Metodologia, Visão, Formação Inicial, Material, Químico, Docente, Cotidiano, Conteúdo. Inicialmente, destacamos alguns trechos nos quais os participantes falam a respeito da profissão docente, do papel e atribuições do professor.

PROFESSOR 4: [...] Tem um impacto muito grande em pensar o ser professor como uma profissão docente, como uma linha de pesquisa, pois quando chegamos em sala de aula percebemos que não é somente necessário saber o conteúdo, mas que ali existem vários fatores envolvidos.

PROFESSOR 5: [...] Talvez a formação de professores vai um pouco nisso... que a gente consiga passar essa essência estética que a ciência traz... de beleza, de maravilhamento mesmo.

Nas falas dos docentes nota-se uma reflexão direcionada ao ser docente, ao fazer-se docente. O professor 4 traz um apontamento importante quando ressalta a pluralidade de saberes e habilidades necessárias à profissão docente. Isso torna-se significativo ao compreender que dominar o conteúdo é uma das necessidades formativas do profissional docente, porém não se constitui como a única. Carvalho e Gil-Pérez (2011), ao discutir sobre as necessidades formativas dos professores de ciências, coadunam com tal pensamento quando enfatizam que são necessários conhecimentos pedagógicos amplos, que passam pela pesquisa, reflexão, criticidade, planejamento de atividades e avaliação. Nesse contexto, o professor necessita estar sempre se aprimorando e, dessa forma, encarar sua profissão como uma linha de pesquisa.

Já em relação a fala do professor 5, quando ele destaca a ideia de “passar essa essência estética que a ciência traz”, fica evidente sua preocupação com o modo de apresentar o conteúdo ao aluno. Isso reflete na importância de tornar o conteúdo mais atrativo, uma vez que a forma como o conteúdo é abordado em sala de aula afeta diretamente a motivação e interesse do aluno para a aprendizagem. Atrelado a isso, outros trechos do discurso dos docentes ressaltam a importância de buscar desenvolver um processo de AC no contexto da formação inicial:

PROFESSOR 1: A questão é dentro do processo de ensino trazer esses elementos da alfabetização científica [...] de uma forma que o estudante não só tenha interesse em ciências, mas que ele consiga utilizar desses argumentos na vida cotidiana deles. [...] É preciso dar oportunidade para que esses professores pensem de uma forma diferente do que eles tiveram no ensino básico e para que os estudantes deles vejam a ciência de uma forma diferente.

O trecho mencionado realça a relevância de aproximar os conhecimentos científicos da vida dos licenciandos e possibilitar que eles reflitam sobre a ciência no contexto de formação inicial. Essa relevância, bem como já destacada por autores como Firme e Miranda (2020) e Leite (2015), irá refletir na necessidade de ações práticas que permitam aos estudantes vivenciarem situações de investigação, reflexão e criticidade sobre a ciência. Em relação a esse aspecto, de ações práticas voltadas à AC e à NdC no contexto da formação inicial, são

apresentados, a seguir, alguns trechos mencionados pelos docentes:

PROFESSOR 1: Eu tento trabalhar com os alunos... que eles proponham ações metodológicas na disciplina de metodologia sempre nessa visão da alfabetização científica, que não seja unicamente conteudista. [...] que se coloquem nessa posição de planejar materiais que sejam mais viáveis e tragam essa noção de alfabetização científica para os estudantes deles, então em metodologia do ensino sempre vou muito nesse viés de experimentação docente...eles fazem experimentos com materiais alternativos.

PROFESSOR 4: Sempre priorizo esses aspectos da natureza da ciência, focando principalmente no desenvolvimento das atividades experimentais investigativas e o seu papel em fazer com que o aluno perceba e desenvolva, o aluno que eu digo é o futuro professor, as suas experiências na educação básica, esses aspectos. Que ele perceba que a ciência é mutável, ela não é conhecimento... como é que eu posso dizer? Um conhecimento fechado [...] A ciência está sempre em movimento, é dinâmica, e o nosso trabalho sempre segue esse princípio, sabe?

PROFESSOR 3: [...] aqui no IF a gente trabalha também nessa perspectiva de iniciação científica, de projeto de pesquisa, projeto de extensão, iniciação à docência. Então, eu acredito que não tem como não tratar, embora sem o conhecimento apropriado do termo, Natureza da Ciência, não tem como a gente não falar sobre esse conjunto...Dentro dessa perspectiva de natureza da ciência.

O discurso dos professores, mais especificamente o discurso do professor 4, revela práticas que podem favorecer o processo de AC e uma visão mais adequada da ciência como, por exemplo, a utilização da experimentação investigativa. Leite (2015) destaca a importância das atividades investigativas e sugere a ideia de inseri-las nos componentes curriculares, através de situações que favoreçam a criatividade, a dúvida e os processos de argumentação.

Além disso, direcionando o olhar para o que foi mencionado pelo professor 1, infere-se uma preocupação em relação a colocar os futuros professores em situações nas quais tenham que desenvolver atividades voltadas ao cotidiano do aluno e, ao mesmo tempo, adaptadas à realidade de muitas escolas. Desse modo, o uso de materiais alternativos pode colaborar com a “adaptação” de práticas experimentais para contextos escolares nos quais não há laboratórios.

Porém, em relação a esse ponto, cabe salientar que o uso de materiais alternativos não irá garantir o desenvolvimento de um processo de AC, nem que aspectos da NdC estejam sendo explorados, tudo irá depender de como serão desenvolvidas as práticas experimentais com esses materiais.

Por isso os momentos de discussão, reflexão e planejamentos sobre a prática docente são tão enriquecedores para a formação docente, pois possibilitam ir além do convencional e pensar em diferentes possibilidades. Como mencionado pelo professor 3, a iniciação científica, projetos de extensão, Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a docência (PIBID) e demais atividades extracurriculares podem proporcionar momentos oportunos para inserir essas

discussões relativas à NdC.

Diante dos apontamentos realizados pelos docentes, notou-se que estão sendo desenvolvidas práticas que podem colaborar para o processo de AC e uma compreensão mais efetiva sobre a NdC, mas ainda existe uma falta de clareza, por parte de alguns, em relação a compreensão sobre a temática, bem como sua implementação prática. Isso pode ser justificado pelo fato de que alguns, relataram que não tiveram discussões sobre a NdC em sua formação inicial e, aqueles que tiveram, as discussões foram realizadas de modo muito superficial e não aplicadas ao contexto prático.

6.2.2.2 Os papéis sociais da ciência e a experimentação no processo de produção do conhecimento científico

Nessa categoria, discutimos elementos relacionados aos papéis sociais da ciência e da importância da experimentação para a construção do conhecimento científico. Entre os lemas mais representativos dessa categoria estão: Experimental, Abordagem, Conhecimento, Natureza, Teoria, Mostrar, Sociedade, Papel, Ética, Humano, Ciência. Para dar início as discussões dessa categoria, consideramos relevante apresentar alguns entendimentos dos professores sobre o termo “Natureza da Ciência”:

PROFESSOR 3: eu acredito que esteja relacionado... a um... como é que eu posso dizer? Um conjunto de elementos que possam estabelecer alguma organização que possamos chegar ao conhecimento científico. Então, na minha concepção, seria mais um conjunto de elementos estruturais básicos para que a gente possa chegar ao conhecimento científico.

PROFESSOR 4: Se a gente for observar a hermenêutica da palavra natureza, seria o princípio do movimento e, ao mesmo tempo, a totalidade das coisas. Então, quando eu escuto essa expressão de natureza da ciência, é... compreender, buscar, compreender a ciência a partir do princípio... como se construiu aquele conhecimento, como foi que começou, como foi que se desenvolveu e como isso impacta o desenvolvimento impactou o desenvolvimento da ciência. Sempre buscando compreender a totalidade das coisas, sabe? Quando eu escuto essa expressão, eu enxergo esse conjunto de ideias.

PROFESSOR 5: Olha, eu nunca tinha escutado, assim, a palavra, a expressão “natureza da ciência”, mas eu tentei relacionar... A pergunta, essa pergunta ontológica, por assim dizer sobre o que é ciência, o que é que corresponde à ciência? É a discussão aí, a ciência é um método? a ciência é uma forma de saber? o que é a ciência? Pensando nisso, a natureza da ciência deve ser a discussão epistemológica, a discussão sobre o que constitui o método científico e quais são suas características.

Como destacado por Lederman, Lederman e Antink (2013) mesmo diante de sua relevância para o ensino de ciências, ainda não há consenso entre historiadores, cientistas, educadores e filósofos da ciência em relação a uma definição para o termo. Tendo em vista sua natureza complexa, já era esperado que os professores apresentassem dificuldade para tentar construir uma definição para o termo.

Diante dos recortes apresentados, observa-se que o professor 4 conduz uma reflexão pertinente, ao partir da ideia de conhecer o processo de produção do conhecimento científico e as várias faces associadas a ele. É perceptível, ainda, que os professores 3 e 5 possuem compreensões, até certo ponto, próximas, à medida em que associam o termo a um conjunto de elementos relacionados à organização da ciência. Para o professor 5, essa organização influencia na compreensão do que é ciência e na caracterização do método científico.

A compreensão de ambos os professores não deixa de ser válida, uma vez que a organização do conhecimento e do “método científico”, que na verdade não existe apenas um, mas sim vários, como destaca Feyerabend (2007), são elementos relacionados à compreensão do termo. Porém, um entendimento efetivo sobre a ciência não se resume a apenas esses elementos.

Como defendido por Peduzzi e Raicik (2020), um entendimento mais aprofundado sobre a ciência e seus processos torna possível percebê-la, não apenas como um corpo de conhecimentos bem estruturado, organizado, mas também como um modo de ver e refletir sobre o mundo, que influencia, mas também que sofre influência do meio externo.

Desse modo, é importante considerar, assim como ressalta Moura (2014), que o contexto social, histórico, as crenças e subjetividades do pesquisador também influenciam na construção do conhecimento científico e, desse modo, dialogam de maneira direta com o entendimento sobre a NdC. Ainda nesse contexto, surgiram reflexões direcionadas a relação entre ciência e senso comum:

PROFESSOR 2: [...] essa ideia da ciência deveria ser construída desde o início. Não enquanto na disciplina de ciências, que nós conhecemos antigamente, mas essa ideia que a ciência é importante, mas não engrandecer a ciência de tal forma, como sendo quase um deus ou uma deusa, para menosprezar demais ciências ou demais conhecimentos. A própria epistemologia da ciência, dentro da sua grade curricular, muitas vezes pode desprezar ou menosprezar o senso comum. Então, compreender o que é ciência é importante também para que a gente compreenda o que é senso comum, mas entender que são conhecimentos diversos.

O debate entre a definição do que é ciência e do que não é ciência já contempla algumas décadas. Popper (2008) ao tratar do critério de demarcação da ciência deixava evidente que tal

critério não tinha o objetivo de anular a importância das demais linguagens. É pertinente mencionar também que, a partir das ideias defendidas por Feyerabend, a ciência não é superior às demais formas de conhecimento e os indivíduos devem ter a liberdade de escolher quais formas de conhecimento acreditar (CHALMERS, 1993).

Nessa perspectiva, o aspecto levantado pelo professor 2 tem total relevância ao considerarmos a ideia de construir uma imagem mais adequada da ciência e levantar o debate para os diversos tipos de conhecimento e a importância do senso comum para o processo de produção do conhecimento.

Ainda em relação a ciência, mas direcionando o foco para o seu papel social, buscamos compreender como os docentes percebem a importância da ciência para a sociedade. Destacamos alguns trechos para ilustrar esse ponto:

PROFESSOR 2: Quando a gente fala no papel social da ciência, deveria ser ajudar a humanidade e o próprio planeta a coexistir em harmonia. Porém, nós sabemos que a ciência, ela é dúbia. Então, ela é usada tanto para o bem quanto para o mal. Ela é usada, digamos, para o uso de guerras, como a bomba nuclear, mas ela também é usada para a questão da cura da Covid.

PROFESSOR 3: A gente sabe que a ciência tem um papel social para o desenvolvimento da sociedade. Sem a ciência não há desenvolvimento [...] na minha percepção o papel da ciência, que forma diretamente, seria proporcionar uma vida melhor para o ser humano. Obviamente, atendendo às suas necessidades, que é, como eu estou falando, proporcionar uma vida melhor... é fazer com que as necessidades do ser humano sejam atendidas.

PROFESSOR 5: Acho que são papéis, muitas formas da ciência contribuir para a realidade social, para a humanidade um primeiro aspecto que eu acho importante... é discutir relação ética e ciência, eu acho que a ciência tem um papel na nossa evolução ética, a nossa evolução moral [...] ciência... ela tem um papel incrível no desenvolvimento da humanidade, na cura de doenças, na longevidade, na comunicação e a nossa sociedade é economicamente dependente da ciência.

Os papéis e a contribuição da ciência para a sociedade são inegáveis. Como relatados pelos professores, são contribuições que envolvem questões éticas, morais, melhoria na qualidade de vida e na economia. No entanto, como mencionado pelo professor 2, a ciência também pode ocasionar impactos negativos. Desse modo, ela não deve objetivar, apenas, atender toda e qualquer necessidade do ser humano. É importante que, antes, sejam analisados e discutidos os impactos que por ela podem ser ocasionados. Nessa perspectiva, um olhar crítico para a ciência e a tecnologia é indispensável na sociedade contemporânea, como destacado pelas autoras Sasseron e Carvalho (2011), ao atribuir o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente, como terceiro eixo para a promoção da AC.

Outro elemento que surgiu nos lemas de destaque dessa categoria foi a experimentação, que se encontra intimamente ligada à ciência. Foram destacadas algumas falas, nas quais os professores relatam sobre a importância da experimentação no contexto de produção do conhecimento científico:

PROFESSOR 3: Sobretudo na minha área, não tem como a gente não defender o uso da experimentação. Uma vez que eu entendo que a primeira coisa que temos que destacar aqui é que a experimentação é imprescindível para a consolidação do conhecimento. Se eu estou explicando teoria, eu acho que a experimentação, ela vem nessa perspectiva de consolidar aquilo que foi explicado, certo? A prática ajuda a consolidação do conhecimento teórico, então esse é um ponto de partida [...] estou analisando a perspectiva positivista [...], mas a gente sabe muito bem que não é só por meio de experimentação, validação, que a gente vai adquirir conhecimento.

PROFESSOR 4: A partir das atividades de experimentação que a gente pode desenvolver no contexto escolar uma visão do que é a ciência, uma visão da natureza da ciência adequada, a partir, por exemplo, da problematização. É por meio de atividades experimentais investigativas que podem fazer com que os alunos percebam e pensem de forma adequada e vejam a ciência como algo que é presente e que é próximo de cada um de nós, que se pode fazer ciência no contexto escolar [...] Por outro lado, a visão distorcida da ciência pode ser consolidada mais ainda, independente da abordagem que eu vou trazer aquela experimentação apenas para comprovar aquilo que a teoria diz, que já é conhecida de todos, que o aluno já sabe a resposta.

O posicionamento do professor 3 em relação a experimentação, a princípio, conduz ao entendimento do uso da experimentação como forma de comprovar, de reafirmar uma teoria. Isso pode indicar uma visão empírico-indutivista, por mais que ao final de seu posicionamento ele reconheça que não é só por meio da experimentação que o conhecimento científico é construído. É possível perceber esse viés empírico-indutivista, quando ele afirma: “Se eu estou explicando teoria, eu acho que a experimentação, ela vem nessa perspectiva de consolidar aquilo que foi explicado, certo?”.

A visão empírico-indutivista é reforçada no ensino de ciências, quando as atividades experimentais se dão por práticas já elaboradas, com roteiros do tipo “receita de bolo” que tem por objetivo apenas que o estudante manuseie instrumentos e aplique as técnicas (COSTA *et.al*, 2017). Desse modo, o aluno estará apenas realizando um procedimento, sem refletir sobre ele, para que ao final possa comprovar o conteúdo teórico visto em sala de aula. Abordagens desse tipo, pouco ou quase nada, irão contribuir para a aprendizagem do aluno. Assim, o indutivismo, numa perspectiva ingênua, pode levar a interpretações já enraizadas e muitas vezes distorcidas em relação ao caráter da ciência e de suas capacidades de explicação, previsão e confiabilidade (CHALMERS, 1993).

Em contrapartida a isso, abordagens experimentais investigativas, como destaca o professor 4, podem contribuir para uma construção de conceitos mais efetiva e significativa pelos alunos. Esse aspecto é enfatizado pelas autoras Justi e Mendonça (2016), quando defendem que uma educação científica concreta e que colabore com os conhecimentos sobre a NdC pode ser desenvolvida por meio de situações que conduzam o envolvimento dos alunos em investigações e situações argumentativas. Isso, pois, eles têm a oportunidade de investigar um problema, elaborando hipóteses, testando-as, elaborando explicações e refletindo durante todo esse processo.

Assim, partindo dos apontamentos realizados nessa categoria denota-se que os entrevistados reconhecem o papel importante que a ciência tem para a humanidade, bem como alguns compreendem que ela pode ocasionar impactos negativos, mas que, dependendo do seu uso, tem um papel ético e social muito relevante para a sociedade. Em relação a experimentação, verifica-se ainda alguns indícios de ideias distorcidas, mas também outros posicionamentos coerentes com uma visão mais assertiva em relação aos objetivos do ensino de ciências.

6.2.2.3 Lacunas no currículo formativo

Na referida categoria, discutimos elementos relacionados ao currículo formativo. Mais especificamente, algumas lacunas formativas evidenciadas nas falas dos professores formadores. Entre os lemas mais representativos dessa categoria estão: Sistema, Ementa, Falta, Curso, Olhar, Termo, Filosofia, Existir, Real, Próprio, Método e Universidade. Iniciamos discutindo, trechos textuais que chamaram atenção em relação ao currículo formativo do curso:

PROFESSOR 2: A ementa atende a questão da ciência, mas qual ciência? Para quem? De quem? Com qual identidade? Onde estão os negros, onde estão os índios? Onde estão os povos asiáticos na nossa emenda? O mundo corresponde à Europa? Então, é uma resposta dúbia. Por que ela atende? Porém, esse atender, fica muito a desejar, porque o mundo é muito mais do que isso naquela emenda. Eu costumo falar para os alunos que há muito mais conhecimento fora da sala de aula, do que na sala de aula [...] por exemplo, nossa ementa, assim como em outras disciplinas, não só no curso de Química, mas também em outros cursos, ela tem um olhar muito eurocêntrico. Então, nós começamos a estudar dos pensadores europeus, sem pensar nos pensadores do mundo, fora da Europa.

O trecho destacado da fala do professor 2 denota sua insatisfação com a bibliografia contida na ementa da disciplina de Epistemologia da Ciência. Ele aborda um ponto importante, a diversidade de povos e culturas. Para ele, a ementa deveria abordar também outros filósofos, correntes filosóficas diversas. A ideia do docente relaciona-se de maneira direta com o

entendimento de que a filosofia ocidental se constituiu mediante o pensamento europeu moderno, o que resultou na construção de diálogos e investigações com base nessas teses (DANTAS, 2018). Diante disso aspecto, existe até hoje um preconceito com as correntes filosóficas de outros locais, como as do continente africano. Ainda com relação a ementa da disciplina de epistemologia da ciência, outro docente relatou considerar a ementa restrita:

PROFESSOR 5: encolheu muito a bibliografia, sabe? Tem uma bibliografia básica, bem concisa, mas particularmente eu sinto falta de coisas [...] porque o aluno muitas vezes não traz essa bagagem, então a gente tem que ter um livro que fala um pouco de história da ciência. Eu sinto, porque às vezes é quase impossível você discutir a epistemologia sem falar da história da ciência, então sinto falta de um livro. E às vezes tem, mas às vezes a linguagem não é...eu sinto que a linguagem é uma barreira, sabe? Os exemplos são difíceis. Então, eu com muita frequência, eu procuro... eu saio da bibliografia que está lá e vou em busca de outras de outros livros.

O trecho apresentado vem reforçar a ideia de que na ementa do curso faltam bibliografias importantes que poderiam dar um suporte melhor a prática do professor, bem corroborar com o entendimento do aluno sobre o conteúdo, principalmente por se tratar de uma disciplina como filosofia da ciência, que exige um certo grau de leitura e reflexões mais profundas sobre o tema.

Nesse sentido, se os materiais propostos na disciplina apresentarem uma linguagem complexa, pode acarretar desinteresse dos licenciandos. Vale ressaltar que o problema da ausência de bibliografias importantes sobre a NdC nas ementas dos cursos de licenciatura em Química do IFRN também foi evidenciado na primeira etapa dessa pesquisa, que consistiu na análise documental do PPC do curso. Outro aspecto destacado na fala dos professores foi a ausência de discussões sobre a temática no contexto da formação docente, nos materiais que dão subsídio à prática e no próprio PPC do curso.

PROFESSOR 3: Nem na minha formação inicial, nem nos livros mais atuais, a gente vê essa temática com clareza. Como eu disse, eu acho que o que os livros, de uma forma geral, estão abordando, é como eu abordo em sala de aula, até trato das temáticas com fonte da natureza da ciência, mas a gente não chega de fato a tratá-lo como um termo separado, digamos assim, um pouco separado no sentido de ser a primazia, a primazia do conhecimento [...] o professor não tem essa formação inicial, o PPC, que é o projeto pedagógico do curso, não tem também esse direcionamento, e os materiais raros são eles que tem esse conhecimento mais condensado, mais explicativo, mais pautado na temática da natureza da ciência.

Considera-se que a ausência de conhecimento sobre a temática e a falta de materiais que colaborem para suas discussões em sala são dificuldades que permeiam a abordagem de elementos da NdC na formação inicial e, conseqüentemente, podem afetar o processo de AC desses futuros professores.

O professor 4 também relatou dificuldades em relação a abordagem desses elementos

nos materiais do curso, porém, só que agora mais especificamente, nas disciplinas da área de química ao afirmar: “Os livros tanto de Química, das disciplinas de Química do Eixo Específico, de Química Pura, por exemplo, como nas disciplinas de Metodologia, que eu venho ministrando há algum tempo, essa abordagem é bem superficial”.

Essa também é uma dificuldade evidenciada em outras pesquisas. Autores como Vilas Boas *et. al* (2019), evidenciaram em sua pesquisa, dentre outras dificuldades a falta de preparação dos professores em sua formação inicial para trabalhar com esses elementos e a pouca quantidade de materiais sobre a temática.

Cabe salientar que esse é um problema que remonta décadas e atinge todos os níveis de ensino. Duarte (2007), ao fazer uma revisão de pesquisas sobre a história da ciência no ensino e nos manuais didáticos escolares, concluiu que a maioria não abordava conceitos históricos acerca da construção do conhecimento e evolução das ideias científicas e quando abordaram traziam de modo superficial. Além disso, as controvérsias históricas e o papel da comunidade científica não eram mencionados.

Diante dessas e outras dificuldades que permeiam a temática, fica evidente a necessidade de melhorias no currículo do curso e a implementação de discussões sobre a NdC no PPC, tendo em vista que esse documento norteia a prática pedagógica dos professores formadores. Além disso, ressalta-se a importância de que discussões mais efetivas sobre a ciência e seu contexto de produção sejam inseridas nos materiais didáticos dos cursos de formação inicial.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos pilares essenciais para provocar mudanças efetivas no processo de ensino-aprendizagem de ciências é a formação de professores. Isso porque, na maior parte das vezes, as discussões sobre a ciência ocorrem no âmbito escolar. Assim, o olhar para a formação de professores de ciência e, no caso do nosso estudo, a formação de professores de química, é essencial para refletir e buscar caminhos que contribuam com uma educação científica crítica e efetiva, que aborde não somente o ensino da ciência, mas, que também viabilize o ensino sobre a ciência.

Buscando atender o primeiro objetivo específico, foi realizada uma análise documental do PPC do curso. A partir da análise realizada, foi possível evidenciar que o PPC aborda os três eixos estruturantes da AC defendidos por Sasseron e Carvalho (2011) e enfatiza discussões que, de modo geral, dialogam com o conceito de AC, como a defesa de uma formação integral, o senso de inclusão social, de responsabilidade socioambiental e o entendimento da ciência como uma construção humana.

Porém, mesmo diante desses aspectos, ainda existem problemas que requerem atenção, principalmente no que se refere a elementos relativos a NdC, eixo que atribuímos principal atenção ao longo da análise. Ficou notório que a menção de questões direcionadas à NdC não aparece de modo tão explícito em algumas seções do documento e que tais discussões estão voltadas, quase exclusivamente, às disciplinas de caráter didático-pedagógico e epistemológico, em detrimento das disciplinas específicas. Além disso, identificamos também a ausência de algumas bibliografias importantes para a compreensão da NdC.

Nesse sentido, passamos a reiterar a importância de refletir e repensar os currículos de formação inicial de professores de ciências, no sentido de conduzir a uma formação efetiva no tocante a AC e a NdC, tendo em vista, a relevância dessas temáticas para o ensino de ciências. Acreditamos que tais mudanças poderão colaborar com uma formação mais abrangente e que viabilize o desenvolvimento de competências e habilidades profissionais para lidar com as exigências da sociedade contemporânea.

Salientamos, contudo, que além do que é exposto nos currículos e documentos normativos dos cursos de formação de professores, existe a necessidade de um mergulho nas práticas desenvolvidas pelos professores formadores. Em virtude disso, realizamos entrevistas semiestruturadas com professores formadores dos *Campi* Pau dos Ferros, Apodi e Ipanguaçu com o objetivo de analisar como eles compreendem e desenvolvem práticas relativas à natureza do conhecimento científico.

Por intermédio das entrevistas realizadas com os professores formadores, ficou evidente que a maioria dos entrevistados não possuía uma visão tão clara do termo “Natureza da ciência”, por mais que compreendessem alguns aspectos relacionados. Os docentes da área de química, por exemplo, demonstraram maior familiaridade com o termo “Alfabetização Científica”, tendo em vista que é uma temática de maior abrangência na literatura.

Em seus discursos, é perceptível que existe uma certa dificuldade associada a discussão e a implementação prática de ações que visem favorecer uma melhor compreensão sobre a ciência. Mas, algumas estratégias mencionadas são satisfatórias e atendem ao objetivo de proporcionar uma visão mais próxima dos elementos que envolvem a NdC, como, por exemplo, as atividades investigativas, a abordagem da história da ciência, a contextualização e problematização do conteúdo.

Em relação ao currículo formativo, os docentes apontaram lacunas no projeto pedagógico do curso, como por exemplo as bibliografias restritas das ementas das disciplinas, a não menção de elementos relativos à NdC e a pouca quantidade de materiais que abordam a temática. Desse modo, ainda são necessárias romper com tais barreiras para que seja possível caminhar a passos mais efetivos para a promoção da alfabetização científica nos cursos de Licenciatura em Química do IFRN.

Por conseguinte, mesmo diante das dificuldades inerentes à implementação de discussões sobre a NdC, que envolvem, entre outros aspectos, a complexidade do termo e a falta de materiais que deem subsídios a sua implementação nos currículos de formação inicial, defendemos sua importância como um eixo basilar para promover o processo de AC na formação inicial, e como efeito disso, no ensino de ciências. Nessa conjuntura, dialogar no âmbito da formação inicial sobre os processos de produção, comunicação e validação do conhecimento científico, pode ser o primeiro passo para romper com visões positivistas e deformadas da ciência que vêm sendo transpostas ao longo de anos no ensino.

Esperamos, por fim, que o trabalho desenvolvido possa fomentar reflexões sobre a relevância da temática e sobre sua implementação nos currículos formativos dos cursos de formação de professores de ciências, e que a partir dessa pesquisa, outras venham a emergir de maneira a tornar cada vez mais evidente a necessidade de formar professores que apresentem uma compreensão mais efetiva e menos distorcida da ciência.

REFERÊNCIAS

ADÚRIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO, A. M.; ESTANY, A. Una propuesta para estructurar la enseñanza de la Filosofía de la Ciencia para el profesorado de Ciencias en formación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p. 465-476, 2002. Disponível em : <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v20-n3-aduriz-izquierdo-estany>. Acesso em: 13 abr. 2022.

ALMEIDA, A. V.; FARIAS, C. R. O. A natureza da ciência na formação de professores: reflexões a partir de um curso de licenciatura em ciências biológicas. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 3, p. 473-488, 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/222/154>. Acesso em: 17 jun. 2022.

ALVES, R. **Filosofia da ciência: Introdução ao jogo e suas regras**. São Paulo: Edições Loyola, 2000.

ALLCHIN, D. Beyond the Consensus View: Whole Science. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 17, n.1, p. 18–26, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14926156.2016.1271921>. Acesso em: 13 jun. 2022.

ALLCHIN, D.; ANDERSEN, H. M., NIELSEN, K. Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating student inquiry, historical cases, and contemporary cases in classroom practice. **Science Education**, v. 98, n. 3, p. 461–486, 2014. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.21111>. Acesso em: 21 jun. 2022.

ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (Whole) Science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.20432>. Acesso em: 11 jun. 2022.

ARANHA, M. L. A. **Filosofia da Educação**. São Paulo: Moderna, 2009.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/XvnmrWLgLa4qqN9SzHjNq7Db/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 11 jan. 2022.

AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo "paradigma"? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 5, n. 1, p. 68-83, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/jp44NGpsBjLPrhgMz6PtHq/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 9 jan. 2022.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARBOSA, F.T; AIRES, J. A. (2018). A natureza da ciência e a formação de professores: um diálogo necessário. **Actio: Docência em Ciências**, v 3, n.1, p. 115-130, 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/7093>. Acesso em: 18 jun. 2022.

BARBOSA, L.; PEREIRA, A. Ludwik Fleck (1896-1961) e a translação do conhecimento: considerações sobre a genealogia de um conceito. **Saúde em Debate**, v. 41, p. 317-329, 2017. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/sdeb/a/jnSbJcJ7ytpPWZ4MQbGmkDk/abstract/?lang=pt>. Acesso em 5 jan. 2023.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARROS, A. J. P. **Projeto de pesquisa: propostas metodológicas**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 17 set. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em: <https://cutt.ly/nW9W4Kp>. Acesso em: 17 fev. 2023.

BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 1, p. 123-146, 2016. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1983-21172016000100123&script=sci_abstract. Acesso em: 28 jul. 2023.

BROIETTI, F. C. D; STANZANI, E. L. Os estágios e a formação inicial de professores: experiências e reflexões no curso de licenciatura em química da UEL. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 3, 2016. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_4/QNESC_38-4_completo.pdf#page=22. Acesso em: 7 jun. 2022.

CACHAPUZ, A. *et. al.* **A necessária renovação do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 10, p. 363-381, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/dJV3LpQrsL7LZXykPX3xrwj/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 8 fev. 2022.

CAMARGO, B. V; JUSTO, A. M. IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. **Temas em psicologia**, v. 21, n. 2, p. 513-518, 2013. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/5137/513751532016.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2022.

CARVALHO, A. M. P. Habilidades de professores para promover a enculturação científica. **Revista Contexto & Educação**, v. 22, n. 77, p. 25-49, 2007. Disponível em: <https://revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/1084>. Acesso em: 7 dez. 2022.

CARVALHO, G. S. Literacia científica: conceitos e dimensões. In: AZEVEDO, F.; SARDINHA, M. G. (coord). **Modelos e práticas em literacia** Lisboa: Lidel, 2009. p. 179-194. Recuperado de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/9695> Acesso em: 9 jan. 2022.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. Cortez, 2011.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação: Condições de implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage, 2013.

CASTRO, A. D.; CARVALHO, A. M. P. **Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média**. São Paulo: Cengage Learning, 2005.

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

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, p. 89-100, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/gZX6NW4YCy6fCWFQdWJ3KJh/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 10 nov. 2022.

CHRISPINO, A. **Introdução aos enfoques CTS - ciência, tecnologia e sociedade - na educação e no ensino**. 1. ed. Madrid: OEI - Organização dos Estados Ibero-americanos, 2017.

COSTA, F. R. S. et al. As visões distorcidas da Natureza da Ciência sob o olhar da História e Filosofia da Ciência: uma análise nos anais dos ENEQ e ENEBIO de 2012 e 2014. **ACTIO: docência em ciências**, v. 2, n. 2, p. 4-20, 2017. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/6808>. Acesso em: 15 jun. 2023

CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. **Pesquisa de Métodos Mistos: Série Métodos de Pesquisa**. Penso Editora, 2015.

CRESWELL, J.W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3ª ed. Porto Alegre (RS): Artmed; 2010

CUNHA, M. I. **O bom professor e sua prática**. 24. ed. Campinas: Papirus, 2012.

CUNHA, R. B. O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, p. 27-41, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/jSdWBpPTNdfP6KwGrD8wmZg/?format=html&lang=pt> Acesso em: 20 mai. 2022

DALMORO, M.; VIEIRA, K. M. Dilemas na construção de escalas Tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados? **Revista gestão organizacional**, v. 6, n. 3, p.161-174, 2013.

DAMASIO, F.; PEDUZZI, Luiz O. Q. História e filosofia da ciência na educação científica:

para quê?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 19, 2017.

DANTAS, L. T. F. **Filosofia desde a África: perspectivas descoloniais**. Tese: Doutorado em Filosofia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar em revista**, v.24, p. 213-225, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/QPr8CLhy4XhdJsChj7YW7jh/abstract/?lang=pt> Acesso em: 20 jun. 2022.

FEYERABAND, P. **Contra o método**. São Paulo: EDUNESP, 2007.

FIRME, R. N.; MIRANDA, R. D. Impactos de um processo formativo na alfabetização científica e tecnológica de licenciandos em química. **Educación química**, v. 31, n. 1, p. 115-126, 2020. Disponível em: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/70356/64283>. Acesso em: 21 abr. 2022.

BISPO FILHO, D. O. et al. Alfabetização científica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade: implicações para a formação inicial e continuada de professores. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 2, p.313-333, 2013. Disponível em: https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen12/REEC_12_2_5_ex649.pdf Acesso em: 22 mai. 2022.

FLORES, M. A. Algumas reflexões em torno da formação inicial de professores. **Educación**, v. 33, n. 3, p. 182-188, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/848/84816931003.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2022.

FLECK, L. **La génesis y el desarrollo de um hecho científico**. Madrid: Alianza Editorial, 1986.

FORATO, T. C. M; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3683153>. Acesso em: 11 jun. 2022.

FOUREZ, G. **A construção das ciências**. Unesp, 1995.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 23. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

GARCÍA-CARMONA, A.; VÁZQUEZ-ALONSO, Á; MANASSERO-MAS, M.A. Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v.29, n.3, p. 403-412, 2011. Disponível em: <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v29-n3-garcia-vazquez-manassero> Acesso em: 1 jun. 2022.

GATTI, B. A. Formação de professores: condições e problemas atuais. **Revista internacional**

de formação de professores, v. 1, n. 2, p. 161-171, 2016.

GERHARDT, T. E; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL- PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, p. 125-153, 2001. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/DyqhTY3fY5wKhzFw6jD6HFJ/?format=pdf&lang=pt>

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**, v. 35, p. 57-63, 1995. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rae/a/ZX4cTGrqYfVhr7LvVyDBgdb/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 13 mai. 2022.

HURD, P. H. Scientific literacy: new minds for a changing world. **Science Education**, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998. Disponível em:
[https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/\(SICI\)1098237X\(199806\)82:3%3C407::AID-SCE6%3E3.0.CO;2-G](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(SICI)1098237X(199806)82:3%3C407::AID-SCE6%3E3.0.CO;2-G) Acesso em: 11 jan. 2022.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE (IFRN). **Projeto Político-Pedagógico do IFRN**: uma construção coletiva. Natal: Editora IFRN, 2012.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE (IFRN). **Projeto Pedagógico do Curso Superior de Licenciatura em Química Presencial**, IFRN, 2018.

IZQUIERDO-AYMERICH, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Epistemological foundations of school science. **Science & Education**, Dordrecht, v. 12, n. 1, p. 27-43, 2003.

IRZIK, G.; NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of Science for Science education. **Science & Education**, v. 20, p. 591-607, 2011. Disponível em:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-010-9293-4> Acesso em: 21 jun. 2022.

JUSTI, R.; MENDONÇA, P. C. C. Discussion of the controversy concerning a historical event among pre-service teachers. **Science & Education**, v. 25, n. 7, p. 795-822, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-016-9846-2> Acesso em: 13 jun. 2022.

KUNH, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectivas. 13ª ed. 2017.

LAKATOS, I. **La metodología de los programas de investigación científica**. Madrid:Alianza, 1989.

LAUGKSCH, Rüdiger C. Scientific literacy: A conceptual overview. **Science education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000. Disponível em:
[https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/\(SICI\)1098237X\(200001\)84:1%3C71::AID-SCE6%3E3.0.CO;2-C](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(SICI)1098237X(200001)84:1%3C71::AID-SCE6%3E3.0.CO;2-C) Acesso em: 11 nov. 2021.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber**: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Porto Alegre: Artes Médicas; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

LOGUERCIO, R. Q.; DEL-PINO, J.C. (2006). Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química. **Acta Scientiae**, v. 8, n.1, p. 67-78. Disponível em: [https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/143201/000559052.pdf?](https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/143201/000559052.pdf?_Acesso%20em%3A11%20jun.%202022) Acesso em: 11 jun. 2022.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 3, p. 45-61, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/N36pNx6vryxdGmDLf76mNDH/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 13 jan. 2022.

LORENZETTI, L.; COSTA, E. A promoção da alfabetização científica nos anos finais do ensino fundamental por meio de uma sequência didática sobre crustáceos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 3, n. 1, p. 11- 47, 2020. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/10006/114115258>. Acesso em 20 ago. 2023.

LÖWY, I. Ludwik Fleck e a presente história das ciências. **História, Ciências, Saúde - Manguinhos**, v. 1, n.1, p. 7-18, 1994. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/C8WDrxMNvW6nG69mXdbGt5N/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 12 fev. 2023

LEDERMAN, N.G. Students and Teachers Conceptions of Nature of Science: A Review of the Research. **Journal of Research in Science Teaching**. Vol. 29, nº 4, pp. 331-359, 1992. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.3660290404> Acesso em: 20 jun. 2022.

LEDERMAN, N. G. et al. Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.10034> Acesso em: 25 jun.2022

LEDERMAN, N. G. 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, 2007.

LEDERMAN, N. G.; LEDERMAN, J. S.; ANTINK, A. 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**, v. 1, n. 3, 2013. Disponível em: <https://ijemst.net/index.php/ijemst/article/view/19> Acesso em: 18 jun. 2022.

LEITE, R.F. **Dimensões da alfabetização científica na formação inicial de professores de química**. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Exatas, 2015.

LIGOURI, L.; NOSTE, M. I. Estado y evolución del estatus de la Didáctica de las Ciencias

Naturales. In: LIGOURI, L.; NOSTE, M. I. **Didáctica de las Ciencias Naturales: Enseñar Ciencias Naturales**. 1ª Ed. Rosaric: Homo Sapiens Ediciones, 2005, p. 17-51.

LÖWY, I. Fleck e a historiografia recente da pesquisa biomédica. In: PORTOCARRERO, V. (Org.). **Filosofia, história e sociologia das ciências I: abordagens contemporâneas**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994. p. 233-24

MAIA, P. F; JUSTI, R. Conhecimentos de professores sobre Natureza da Ciência em contextos de modelagem: contribuições de atividades formativas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 3, p. 520-545, 2020. Disponível em: http://reec.educacioneditora.net/volumenes/volumen19/REEC_19_3_2_ex1621_213.pdf. Acesso em 20 jul. 2022.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química: professor/pesquisadores**. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2013.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MIRANDA, M. S.; MARCONDES, M. E. R; SUART, R. C. Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de química: contribuições para a formação inicial docente. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 3, p. 555-583, 2015. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1983-21172015000300555&script=sci_abstract. Acesso em: 10 ago. 2023.

MARQUES, D. M. Formação de professores de ciências no contexto da História da Ciência. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 11, p. 1-17, 2015. Recuperado de: <https://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/23020/16717> Acesso em: 25 jun. 2022.

MARTINS, A. F. P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 3, p. 703-737, 2015. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5280661> Acesso em: 19 mai. 2022.

MASTERMAN, M. A natureza de um paradigma. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (org.). **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo Cultrix, 1979, p. 72-108

MCCOMAS, W. F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. **Science & Education**, v. 17, n. 2, p. 249-263, 2008.

MELO, E. G. S. **A natureza da ciência na formação inicial de professores de física : contribuições do teatro científico-experimental**. 2016. 177 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MENDONÇA, P. C. C. De que conhecimento sobre Natureza da Ciência Estamos Falando?. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/MndRwQdNc3sXPVmSCcJfzRp/abstract/?lang=pt> Acesso em: 15 jun. 2022.

MINAYO, M. C.; DESLANDES, S. F.; **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Editora Vozes, 2009.

MORAIS, C. Escalas de medida, estatística descritiva e inferência estatística. **Instituto Politécnico de Bragança**. p.1-29. 2005.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014. Disponível em: <https://rbhciencia.emnuvens.com.br/revista/article/view/237> Acesso em: 30 jun. 2022.

MOURA, C. B.; GUERRA, A. História cultural da ciência: um caminho possível para a discussão sobre as práticas científicas no ensino de ciências?. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 725-748, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4497> Acesso em: 11 jun. 2022.

NASCIMENTO, V. B; CARVALHO, A. M. P. A natureza do conhecimento científico e o Ensino de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...**, Belo Horizonte: ABRAPEC, 2007. Disponível em: <http://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p452.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2022.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista histedbr on-line**, v. 10, n. 39, p. 225-249, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. National Science Education Standards. 1. ed. Washington, DC: The National Academies Press, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.17226/4962>. Acesso em: 2 ago. 2020.

NRC. **A framework for K-12 science education**: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC: National Academies Press. 2012.

NUNES, A. O; DANTAS, J. M. As relações ciência–tecnologia–sociedade–ambiente (CTSA) e as atitudes dos licenciandos em química. **Educación química**, v. 23, n. 1, p. 85-90, 2012. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2012000100015 Acesso em: 25 dez. 2021

NUNES, A. O.; DANTAS, J. M.; LEITE, R. F. Índices de Alfabetização Científica e Tecnológica em Cursos de Formação Inicial de Professores de Química: Análise dos Projetos Pedagógicos. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, 432-437, 2021. Disponível em: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15128> Acesso em: 15 mai. 2022.

NUTBEAM, D. Health literacy as a public health goal: a challenge for contemporary health education and communication strategies into the 21st Century. **Health Promotion International**, v.15, n.3, p.259-267, 2000. Disponível em: <https://academic.oup.com/heapro/article/15/3/259/551108?login=false> Acesso em: 18 jan. 2022.

OLIVEIRA, C. I. C. A educação científica como elemento de desenvolvimento humano:

uma perspectiva de construção discursiva. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 15, n. 2, p. 105-122, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/xnNLMK9CTHF9MvBGRkwr33j/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 10 abr. 2022.

OLIVEIRA, R. S.; KIOURANIS, N. M. M. Enfoque CTSA e Formação Inicial de Professores: um olhar para o Projeto Pedagógico dos Cursos de Licenciatura em Química das Instituições Públicas de Ensino Superior do Paraná. **Revista Valore**, v. 6, n. 1, p. 1636-1650, 2021. Recuperado de: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/904> Acesso em: 20 mai. 2022.

OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 14, p. 67-88, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/MVJ3vF8LZsVwm8dpqTcWjgt/abstract/?lang=pt> Acesso em: 10 fev. 2022.

PEDUZZI, L. O.Q; RAICIK, A.C Sobre a Natureza da Ciência: Asserções Comentadas para uma articulação com a História da Ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, 2020. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/de721816203e990b67c120f9eaeefe66/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2032603> Acesso em: 30 mai. 2022.

PIERSON, A.; NEVES, M. R. Interdisciplinaridade na formação de professores de ciências: conhecendo obstáculos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 2, p. 120-131, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4168> . Acesso em: 18 mai. 2022.

PIMENTA, S. G. **Formação de professores: identidade e saberes da docência**. In PIMENTA, S. G. (org.). Saberes pedagógicos e atividade docente. São Paulo: Cortez, 1999.

POPPER, K. R. **A Lógica da Pesquisa Científica**. Trad. Leonidas Heidenberg e Octanny Silveira da Mota. São Paulo: Cultrix, 2006.

POPPER, K.R. **Conjecturas e refutações**. Trad. Sérgio Bath. 5 ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2008.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 2012.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P., Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica, **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16 n.1 p. 59-77, 2011. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/844768/mod_resource/content/1/SASSERON_CARVALHO_AC_uma_revis%C3%A3o_bibliogr%C3%A1fica.pdf. Acesso em: 16 nov. 2021

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, p. 49-67, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 15 jan. 2022.

SANTOS, J. L. G. et al. Integração entre dados quantitativos e qualitativos em uma pesquisa de métodos mistos. **Texto & Contexto – Enfermagem**, v. 26, n. 3, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0104-07072017001590016>_Acesso em: 30 jun. 2022.

SANTOS, M.; MAIA, P.; JUSTI, R. Um Modelo de Ciências para Fundamentar a Introdução de Aspectos de Natureza da Ciência em Contextos de Ensino e para Analisar tais Contextos. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, p. 581-616, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/19938> Acesso em: 20 abr.2022.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista brasileira de educação**, v. 12, p. 474-492, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/C58ZMt5JwnNGr5dMkrDDPTN/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 20 dez. 2021.

SANTOS, W.L.P. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, vol. 1, n. 1, p. 109–131, 2008. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6170687> Acesso em: 30 dez. 2021.

SANTOS, C. Estatística descritiva. **Manual de auto-aprendizagem**, v. 2, 2007.

SANTOS, B. S. **Um discurso sobre as ciências**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

SASSERON, L. H. Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de ciências: análise de uma situação. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 23, 2021.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C.D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista brasileira de história & ciências sociais**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2009. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/rbhcs/article/view/10351>_Acesso em: 11 jan. 2022.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. Concepções sobre a natureza da ciência num curso de ciências biológicas: imagens que dificultam a educação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.12, n.2, p.157-181, 2007. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol12/n2/v12_n2_a1.htm_Acesso em: 5 fev. 2022.

SENRA, C. P; BRAGA, M. A. B. Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 7-29, 2014. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5165597>_Acesso em: 25 jun. 2022.

SHEN, B. S. P. Scientific literacy and the public understanding of science. In S. B. Day (Eds.), **Communication of scientific information**. Basel: Karger, p. 44–52, 1975. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/27845461> Acesso em: 5 jun. 2022.

SHULMAN, L. S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational**

researcher, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986. Disponível em:
<https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/0013189X015002004>. Acesso em: 15 mai. 2022.

SILVA, M. B.; SASSERON, L. H. Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 23, p. 1-20, 2021. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/epec/a/ZKp7zd9dBXTdJ5F37KC4XZM/abstract/?lang=pt>
 Acesso em: 13 abr. 2022.

SOUSA, Y.S. O. O uso do software Iramuteq: fundamentos de lexicometria para pesquisas qualitativas. **Estudos e Pesquisas em Psicologia**, v. 21, n. 4, p. 1541-1560, 2021. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revispsi/article/view/64034/40133> Acesso em: 15 mai. 2023

SOUZA, C. L. P; GARCIA, R. N. Uma análise do conteúdo de Botânica sob o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 25, p. 111-130, 2019. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/RbhwWYJkbPqRsnZWR9HxJGk/abstract/?lang=pt>
 Acesso em: 15 mai. 2022.

SOUZA, J.; KANTORSKI, L. P.; LUÍS, M. A. V. Análise documental e observação participante na pesquisa em saúde mental. **Revista Baiana de Enfermagem**, v. 25, n. 2, p. 221-228, 2011. Disponível em:
<https://periodicos.ufba.br/index.php/enfermagem/article/view/5252> Acesso em: 14 jun. 2022.

SOUZA, I. L. N.; AIRES, J. A. Potencialidade da obra de Fleck para a área de educação em ciências. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2020.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. (2017). As contribuições do processo de reflexão orientada na formação inicial de uma professora de Química: desenvolvimento de práticas investigativas e para a promoção da alfabetização científica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n.1, p. 69-93, 2017. Recuperado de:
http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_1_4_ex1049.pdf. Acesso em: 15 jun. 2022.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Editora Vozes Limitada, 2012.

TEIXEIRA, O. P. B. A Ciência, a Natureza da Ciência e o Ensino de Ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 25, p. 851-854, 2019. Disponível em:
http://old.scielo.br/scielo.php?pid=S151673132013000400002&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 10 dez. 2022.

TENREIRO-VIEIRA, C; VIEIRA, R. M. Educação em Ciências e Matemática com Orientação CTS Promotora do Pensamento Crítico. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS**, vol. 11, no. 33, p. 143–159, 2016. Disponível em:

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850001320160003000008&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 15 dez. 2022.

VÁSQUEZ-ALONSO, A. et al. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la comunidad tecnocientífica. **Revista electrónica de enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 331-363, 2007. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART7_Vol6_N2.pdf. Acesso em: 30 jun. 2022.

VIECHENESKI, J. P.; CARLETTTO, M. R. Iniciação à alfabetização científica nos anos iniciais: contribuições de uma sequência didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 3, p. 525-543, 2013. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/480877aee51cad4d9b4fe72357871dab/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2032603>. Acesso em: 30 dez. 2021.

VILAS BOAS, A. C. et al. A natureza da ciência no ensino das ciências em Portugal na perspectiva de pesquisadores portugueses. **Revista de Educação da Universidade Federal do Vale do São Francisco**, v. 9, n. 19, p. 112-144, 2019. Disponível em: <https://www.periodicos.univasf.edu.br/index.php/revasf/article/view/407>. Acesso em: 20 jun. 2023.

WONG, S.L; HODSON, D. More from the horse's mouth: What scientists say about science as a social practice. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 11, p. 1431-1463, 2010. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500690903104465>. Acesso em: 20 jun.

APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA
PROFESSORES DE QUÍMICA

1. Qual a sua formação acadêmica? Há quanto tempo leciona?
2. Qual o seu entendimento sobre o termo “Natureza da Ciência”?
3. Em sua formação inicial, cursou alguma disciplina relacionada à epistemologia da ciência?
4. Você considera importante discutir aspectos relacionados à Natureza da Ciência nos cursos de licenciatura? Justifique.
5. Ao ministrar suas aulas você aborda esses aspectos? Se sim, como é realizada essa abordagem?
6. Quais os principais desafios de incluir discussões sobre a Natureza da Ciência em sala de aula?
7. Você acredita que a visão da ciência que os professores possuem pode influenciar suas práticas pedagógicas? Justifique.
8. Os livros que utiliza e que servem de aporte básico para as disciplinas trazem discussões sobre a Natureza da Ciência? Em caso afirmativo, você julga que tais discussões são aprofundadas e permitem o desenvolvimento de uma visão mais adequada da ciência?
9. Para você, qual o papel social da ciência?
10. Qual importância você atribui a experimentação no processo de produção do conhecimento científico?
11. Você considera que os conhecimentos sobre a natureza da ciência podem contribuir para uma visão mais crítica sobre o desenvolvimento científico e tecnológico e para a promoção da Alfabetização Científica? Se sim, como?
12. No seu ponto de vista, quais práticas podem favorecer a promoção da Alfabetização Científica no contexto da formação inicial?
13. Quais os principais obstáculos para promover a Alfabetização Científica na formação inicial de professores de ciências?

APÊNDICE B - ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA
PROFESSORES DE EPISTEMOLOGIA DA CIÊNCIA

1. Qual a sua formação acadêmica? Há quanto tempo leciona?
2. Você considera importante discutir aspectos relacionados à Natureza da Ciência nos cursos de licenciatura? Justifique.
3. Como você aborda elementos da Natureza da Ciência em suas aulas?
4. Os livros sugeridos na ementa das disciplinas da área de epistemologia da ciência são suficientes para desenvolver uma discussão ampla e crítica sobre a NdC? Você utiliza materiais extras (que não estão no currículo da disciplina)?
5. Quais os principais desafios de incluir tais discussões no contexto da formação inicial de professores?
6. Você acredita que os conhecimentos sobre a NdC podem contribuir para uma visão mais crítica sobre o desenvolvimento científico e tecnológico? Se sim, como?
7. Para você, qual o papel social da ciência?
8. Qual importância você atribui a experimentação no processo de produção do conhecimento científico?

ANEXO A – TERMO ÁUDIO
TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE ÁUDIO

Eu _____(PARTICIPANTE DA PESQUISA), depois de conhecer e entender os objetivos, procedimentos metodológicos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como de estar ciente da necessidade da gravação de áudio produzido por mim, especificados no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), AUTORIZO, através do presente termo, os pesquisadores Danielle Pereira de Almeida, Prof. Dr. Albino Oliveira Nunes e Prof. Dr. Marcelo Nunes Coelho da pesquisa intitulada “ A NATUREZA DA CIÊNCIA COMO ELEMENTO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NAS LICENCIATURAS EM QUÍMICA DO IFRN” a realizarem a captação de áudios que se façam necessários sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

Ao mesmo tempo, libero a utilização destes áudios (suas respectivas cópias) para fins científicos e de estudos (livros, artigos, monografias, TCC's, dissertações ou teses, além de slides e transparências), em favor dos pesquisadores da pesquisa, acima especificados, obedecendo ao que está previsto nas Leis que resguardam os direitos das crianças e adolescentes (ECA, Lei N.º 8.069/ 1990), dos idosos (Lei N.º 10.741/2003) e das pessoas com deficiência (Decreto Nº 3.298/1999, alterado pelo Decreto Nº 5.296/2004).

Cidade, __ de _____ de 2023

Assinatura do participante da pesquisa

Assinatura do pesquisador responsável

ANEXO B – TERMO IMAGEM
TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGEM

Eu _____ (PARTICIPANTE DA PESQUISA), depois de conhecer e entender os objetivos, procedimentos metodológicos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como de estar ciente da necessidade do uso de minha imagem, especificados no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), AUTORIZO, através do presente termo, os pesquisadores Danielle Pereira de Almeida, Prof. Dr. Albino Oliveira Nunes e Prof. Dr. Marcelo Nunes Coelho da pesquisa intitulada “A NATUREZA DA CIÊNCIA COMO ELEMENTO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NAS LICENCIATURAS EM QUÍMICA DO IFRN” a realizarem a captação de imagens que se façam necessárias sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

Ao mesmo tempo, libero a utilização destas imagens (suas respectivas cópias) para fins científicos e de estudos (livros, artigos, monografias, TCC's, dissertações ou teses, além de slides e transparências), em favor dos pesquisadores da pesquisa, acima especificados, obedecendo ao que está previsto nas Leis que resguardam os direitos das crianças e adolescentes (ECA, Lei N.º 8.069/ 1990), dos idosos (Lei N.º 10.741/2003) e das pessoas com deficiência (Decreto N° 3.298/1999, alterado pelo Decreto N° 5.296/2004).

Cidade, __ de _____ de 2023

Assinatura do participante da pesquisa

Assinatura do pesquisador responsável

ANEXO C - TCLE



Governo do Estado do Rio Grande do Norte
Secretaria de Estado da Educação e da Cultura - SEEC
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE – UERN
Campus Mossoró-RN
Curso de Pós-Graduação em Ensino - POSENSINO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE**Esclarecimentos**

Este é um convite para você participar da pesquisa **“A Natureza do Conhecimento Científico como Elemento da Alfabetização Científica nas Licenciaturas em Química do IFRN na Mesorregião Oeste Potiguar”** coordenada por **Danielle Pereira de Almeida**, sob a orientação do professor **Dr. Albino Oliveira Nunes** e coorientação do professor **Dr. Marcelo Nunes Coelho** que segue as recomendações das resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares. Sua participação é voluntária, o que significa que você poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento sem que isso lhe traga nenhum prejuízo ou penalidade.

Caso decida aceitar o convite, você será submetido ao seguinte procedimento: participará de uma entrevista semiestruturada com questionamentos relativos a Natureza da Ciência e da promoção da Alfabetização Científica no contexto da sua prática pedagógica, cuja responsabilidade de condução é de Danielle Pereira de Almeida, Licenciada em Química, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) e aluna do Programa de Pós Graduação em Ensino (POSENSINO), vinculado à UERN/UFERSA/IFRN. As informações coletadas nas entrevistas serão analisadas através da análise de conteúdo associada ao software IRAMUTEQ.

Essa pesquisa tem como objetivo geral: “Compreender a Alfabetização Científica, no tocante a natureza da ciência, desenvolvida nas Licenciaturas em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, pertencentes à mesorregião Oeste Potiguar”. E como objetivos específicos: Identificar aspectos relativos à Alfabetização Científica nos componentes curriculares do curso de licenciatura em Química do IFRN; Analisar as atitudes e crenças dos licenciandos acerca da natureza da ciência e analisar como os professores formadores compreendem e desenvolvem práticas relativas a natureza do conhecimento científico

O benefício desta pesquisa é a possibilidade de contribuir com a reflexão sobre a formação inicial de professores de ciências, no que diz respeito os percursos e percalços inerentes a promoção da alfabetização, bem como, reforçar a importância da compreensão da natureza da ciência para promover uma educação científica crítica e cidadã.

Os riscos mínimos que o participante da pesquisa estará exposto estão relacionados a possíveis constrangimentos ou desconfortos frente aos questionamentos realizados. Tais riscos serão amenizados a partir do diálogo prévio no qual será explicitado o direito do participante não responder a um determinado questionamento que lhe traga algum dano emocional, bem como, interromper a sua participação se julgar necessário. Além disso, será garantido ao participante que sua identificação não será revelada. Durante as entrevistas, pode acontecer, além dos riscos mencionados, um desconforto em relação a presença do pesquisador. Para amenizar isso, será garantida uma abordagem cautelosa que considere e respeite os valores, cultura e crenças do sujeito entrevistado, bem como a promoção da privacidade e tranquilidade

durante a condução desse momento. Para manter o sigilo e o respeito ao participante, apenas a pesquisadora (Danielle Pereira de Almeida), seu orientador (Albino Oliveira Nunes) e seu coorientador (Marcelo Nunes Coelho) poderão manusear e guardar os dados coletados, mantendo sigilo das informações, visto que não será divulgado dado que identifique o participante.

Os dados coletados serão, ao final da pesquisa, armazenados em local seguro e sigiloso, por cinco anos, em formato digital, sob a responsabilidade do professor orientador da pesquisa (Albino Oliveira Nunes), na sala da coordenação do Programa de Pós-graduação em ensino (POSENSINO) no IFRN *campus* Mossoró, localizado na rua Raimundo Firmino de Oliveira, 400- Conjunto Ulrick Graff, Mossoró-RN, Tel. (84) 3422-2652. Ressaltamos que o local de guarda dos dados é de uso e acesso exclusivo da equipe de pesquisa, a fim de garantir a confidencialidade, a privacidade e a segurança das informações coletadas.

Você ficará com uma via original deste TCLE e toda a dúvida que tiver a respeito desta pesquisa, poderá perguntar diretamente para a pesquisadora Danielle Pereira de Almeida no endereço rua Antônio Bento Sobrinho, Bairro Alto Boa Vista, CEP: 59965-000, Alexandria/RN. Tel. (84) 99643-9445. Dúvidas a respeito da ética desta pesquisa poderão ser questionadas ao **Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UERN)** – Faculdade de Medicina da UERN - Rua Miguel Antônio da Silva Neto s/n - Aeroporto. Home page: <http://www.uern.br> - e-mail: cep@uern.br – CEP: 59607-360 - Mossoró –RN Tel: (84) 3312-7032

Se para o participante houver gasto de qualquer natureza, em virtude da sua participação nesse estudo, é garantido o direito a indenização (Res. 466/12 II.7) – cobertura material para reparar dano – e/ou ressarcimento (Res. 466/12 II.21) – compensação material, exclusivamente de despesas do participante e seus acompanhantes, quando necessário, tais como transporte e alimentação – sob a responsabilidade da pesquisadora Danielle Pereira de Almeida.

Não será efetuada nenhuma forma de gratificação por sua participação. Os dados coletados farão parte do nosso trabalho, podendo ser divulgados em eventos científicos e publicados em revistas nacionais ou internacionais. O pesquisador estará à disposição para qualquer esclarecimento durante todo o processo de desenvolvimento deste estudo. Após todas essas informações, agradeço antecipadamente sua atenção e colaboração.

Consentimento Livre

Concordo em participar desta pesquisa “**A Natureza do Conhecimento Científico como Elemento da Alfabetização Científica nas Licenciaturas em Química do IFRN na Mesorregião Oeste Potiguar**”. Declarando, para os devidos fins, que fui devidamente esclarecido quanto aos objetivos da pesquisa, aos procedimentos que serei submetido (a) e dos possíveis riscos que possam advir de tal participação. Foram garantidos a mim esclarecimentos que venham a solicitar durante a pesquisa e o direito de desistir da participação em qualquer momento, sem que minha desistência implique em qualquer prejuízo a minha pessoa ou a minha família. Autorizo assim, a publicação dos dados da pesquisa, a qual me garante o anonimato e o sigilo dos dados referentes à minha identificação.

Cidade, ____/____/____.

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Assinatura do (a) Participante

Danielle Pereira de Almeida (Aluna-pesquisadora) - Aluna do Programa de Pós-Graduação em Ensino-POSENSINO, da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, Campus Central, no endereço Av. Prof. Antônio Campos, bairro Costa e Silva, CEP-59625620, Cidade Mossoró- RN. Email: daniellea896@gmail.com

Prof Dr. Albino Oliveira Nunes (Orientador da Pesquisa – Pesquisador Responsável) - Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino - POSENSINO, da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, Campus Central, no endereço Av. Prof. Antônio Campos, bairro Costa e Silva, CEP- 59600-000, Cidade Mossoró-RN. Email: albino.nunes@ifrn.edu.br

Prof Dr. Marcelo Nunes Coelho (Coorientador da Pesquisa) - Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino - POSENSINO, da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, Campus Central, no endereço Av. Prof. Antônio Campos, bairro Costa e Silva, CEP- 59600-000, Cidade Mossoró-RN. Email: marcelo.coelho@ifrn.edu.br

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UERN) - Faculdade de Medicina da UERN - Rua Miguel Antônio da Silva Neto s/n - Aeroporto. Home Page: <http://www.uern.br> - e-mail: cep@uern.br – CEP: 59607-360 - Mossoró –RN Tel.: (84) 3312-7032.