

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA

Pedro Augusto Marocco Moro

**Ensino aprendizagem de modelos atômicos:**

obstáculos e possibilidades na visão de professores em formação inicial e professores atuantes

Florianópolis

2021

Pedro Augusto Marocco Moro

**Ensino aprendizagem de modelos atômicos:**

obstáculos e possibilidades na visão de professores em formação inicial e professores atuantes

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Química Licenciatura do Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Luciana Passos Sá

Florianópolis

2021

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer aos meus pais, que me deram todo apoio para os estudos desde o ensino médio, me permitiram seguir minha escolha e também sair de casa e morar tão longe para estudar. Também agradeço as minhas irmãs por sempre me apoiarem em todos os momentos que precisei. Agradecer a minha família por me proporcionarem meus estudos em Florianópolis.

A todos meus amigos do oeste, que fizeram parte da maior parte da minha vida e hoje ainda fazem e me ajudaram em muitos momentos mesmo longe. A todos meus amigos que conheci ao longo destes cinco anos de UFSC, que tem muita influência na pessoa que eu sou hoje e sempre me ajudaram das mais variadas formas e inúmeras vezes durante minha vida aqui.

Quero agradecer também a todos os professores que pude ser aluno, desde o ensino médio até agora, cada um deles de certa forma me ensinou algo sobre o “*ser professor*”, e que sou muito feliz em ter muitos hoje como amigos. Muita admiração por cada um.

Por fim, sou grato por ter tido a oportunidade de estudar em uma universidade pública e de qualidade e renome nacional e internacional como a UFSC. Aprendi muitas coisas nesse período que sei que irão me acompanhar pelo resto de meus dias, e não há preço que pague a bagagem de vivências que a UFSC proporciona.

## **RESUMO**

O presente estudo buscou analisar, baseado na fala de professores em formação inicial e atuantes, os obstáculos e as possibilidades relacionados ao ensino e aprendizagem de modelos atômicos. Os resultados foram obtidos por meio de entrevistas semiestruturadas com licenciandos em fases finais do curso e professores que atuam em escolas. O crescente número de trabalhos relacionados ao tópico de atomística, ao longo dos últimos anos é reflexo da importância e da preocupação de professores e pesquisadores em minimizar os problemas relacionados à aprendizagem do conteúdo. Nas falas dos entrevistados foram levantados diversos pontos como: a importância do tópico para o entendimento de outros conceitos; a necessidade da abordagem adequada da construção histórica da ciência; a importância de entender o papel dos modelos na ciência; as estratégias utilizadas e os obstáculos e dificuldades no ensino e aprendizagem do tópico, que vão desde questões ligadas à dificuldade de abstração até aquelas relacionadas à realidade profissional do professor. Todos esses fatores que surgiram das falas dos entrevistados possuem relação entre si e da análise destas relações podemos pensar em possibilidades para que os obstáculos sejam minimizados. Na análise dos dados, buscamos auxílio na literatura, em especial, nas ideias do epistemólogo Gaston Bachelard, devido a relevância de seus estudos no ensino de ciências. De modo geral, concluiu-se que o professor possui um papel importante no processo de ensino aprendizagem dos modelos atômicos, logo é de suma importância que o professor tenha uma postura mais reflexiva e atenta sobre o uso de estratégias e da importância da abordagem histórica deste conteúdo na sala de aula.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
1.1 ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS.....	7
<b>2. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>17</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
3.1 OBJETIVO GERAL.....	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>19</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>22</b>
5.1 A IMPORTÂNCIA DO TÓPICO.....	22
5.2 A CONCEPÇÃO ESPERADA.....	25
5.3 OS OBSTÁCULOS E DIFICULDADES NO ENSINO E APRENDIZAGEM.....	27
5.4 AS ESTRATÉGIAS DE ENSINO.....	31
5.5 AS CONTRIBUIÇÕES DO CURSO DE FORMAÇÃO INICIAL.....	33
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>37</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>
<b>APÊNDICE I .....</b>	<b>44</b>
<b>APÊNDICE II.....</b>	<b>46</b>

## 1. INTRODUÇÃO

São frequentes na literatura e no próprio discurso dos professores relatos sobre as dificuldades apresentadas pelos estudantes na aprendizagem de química, provocando, conseqüentemente, a desmotivação e o desinteresse destes pela disciplina. Uma das razões apontadas para esse desinteresse é a predominância de aulas tradicionais, voltadas à memorização de informações, de fórmulas e conhecimentos que acabam não atendendo as necessidades do estudante do mundo contemporâneo. Giesbrechet (1994) aponta que essa ênfase na memorização faz com que o ensino de química se configure como um sistema de instrução com propósitos intencionais, práticas sistematizadas e alto grau de organização, categorizando um ensino tipicamente tradicionalista. Portanto, o método de ensino “tradicional” não se ajusta às necessidades da sociedade atual, conseqüentemente, não atingindo o objetivo central do ensino de Ciências na Educação Básica, o de formar um cidadão crítico e atuante na sociedade (RIBEIRO; MESQUITA, 2012).

Não é de hoje que convivemos com essas questões no ensino de química e pesquisas relevam que os alunos apresentam baixos níveis de aprendizagem tanto em avaliações internas, realizadas no contexto da própria escola, como também em externas, executadas por programas de avaliações mantidos pelo Ministério da Educação (MEC) (OLIVEIRA et al. 2013).

Nesse sentido, um dos desafios apontados para o ensino de ciências naturais (química, física e biologia) é a dificuldade apresentada pelos alunos em aprender e conseguir relacionar os conteúdos à sua vida cotidiana (MORTIMER, 1995; MELO e LIMA, 2013). No que diz respeito ao ensino de química, foco deste trabalho, Lima (2012) aponta para a necessidade de se analisar e discutir as metodologias utilizadas pelos professores em suas aulas, buscando, assim, identificar as dificuldades dos alunos com a aprendizagem de química e favorecer a compreensão acerca dos fatores que causam a desmotivação destes com o estudo desta disciplina.

A importância da abordagem histórica, muito enfatizada no ensino de modelos atômicos, encontra respaldo nas orientações preconizadas nos documentos oficiais de educação. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), por exemplo, apontam para a necessidade de se “compreender o desenvolvimento histórico dos modelos físicos para dimensionar corretamente os modelos atuais, sem dogmatismo ou certezas definitivas” (BRASIL, 2002) sendo essa uma competência esperada pelo aluno egresso do ensino médio. Os PCNs também indicam que os professores devem privilegiar

situações de ensino que considerem o cotidiano do aluno, em detrimento de atividades pautadas na mera memorização de informações (BRASIL, 1999). É preciso ainda levar em consideração que os conteúdos abordados na disciplina de química, muitas vezes, são de difícil assimilação pelos estudantes, pela complexidade dos conceitos envolvidos e pela necessidade de abstração relacionada à compreensão de muitos assuntos discutidos nessa disciplina (FRANÇA; MARCONDES; CARMO, 2009; POZO, 2001; CHITTLEBOROUGH; TREAGUST, 2007).

Dentre as pesquisas que discutem aspectos relacionados ao ensino de tópicos específicos de química, se destacam aquelas voltadas à abordagem dos modelos atômicos, dentre outras razões, pela sua importância para a compreensão de outros assuntos da química e pelas dificuldades evidenciadas em torno da sua compreensão.

Nessa perspectiva, o ensino de química praticado nas escolas passa por uma crescente necessidade de mudanças e inovações no que diz respeito às metodologias empregadas pelos professores em exercício. Ademais, é indispensável a reestruturação dos ambientes acadêmicos nos quais se formam os professores de química. Isso se faz necessário para que sejam possibilitadas orientações seguras quanto aos desígnios do estudo da química, execução de técnicas e desenvolvimento de metodologias de ensino que sejam capazes de torná-lo mais motivador e prazeroso ao estudante (HENNING, 1994).

O presente trabalho visa investigar as concepções de professores de química, em formação inicial, e de professores atuantes na educação básica, sobre o ensino dos Modelos Atômicos. Desta forma, buscaremos responder a seguinte questão de pesquisa: *Quais as principais dificuldades para o ensino dos modelos atômicos e quais as alternativas para superá-las, na visão de professores em formação inicial e professores atuantes?*

## 1.1 ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS

O conteúdo de Modelo Atômicos, frequentemente ensinado no primeiro ano do ensino médio, é comumente encontrado na parte inicial dos livros didáticos de química. Tais livros, por sua vez, trazem consigo uma sequência de conteúdos, de acordo com a qual o tópico de Modelos Atômicos antecede os tópicos Tabela Periódica e Ligações Químicas. Essa fragmentação, muitas vezes, faz com que o aluno tenha dificuldade de relacionar um conteúdo ao outro, não associando os modelos teóricos ao comportamento macroscópico da matéria (MASKILL e JESUS, 1997).

A aprendizagem do conteúdo de modelos atômicos exige dos estudantes grande capacidade de abstração, pois é um tema de difícil contextualização e escassas possibilidades para realização de experimentos. Isso faz com que seja um assunto que muitos estudantes não compreendem bem, não tenham interesse e acabem simplesmente memorizando pois, na maioria das vezes, não são capazes de estabelecer relações com os outros tópicos e contextos da química (SILVA, MACHADO e SILVEIRA, 2015).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento normativo que define o conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. Dentre outros aspectos, este documento reforça a necessidade de o ensino de química abordar temas como a “evolução científica” buscando trazer significado e sentido para os conteúdos discutidos na sala de aula.

É importante que essa formação possibilite conhecer como a Química foi se consolidando como ciência, com seus métodos, modelos e teorias. Isso permite a compreensão da dinâmica da geração do conhecimento, com seus avanços, disputas e erros, e a influência de contextos sociais nesse processo de construção humana. É necessário garantir espaço e tempo escolares para que sejam abordados esses temas, de forma que o conhecimento faça sentido para a vida dos/as estudantes (BRASIL, 2016, p.592).

No que diz respeito aos modelos atômicos, Oliveira et. Al. (2013) elenca algumas pesquisas, no âmbito do ensino de química, que buscam identificar alguns problemas normalmente evidenciados no ensino deste tópico, dentre eles:

- Os estudantes acham o conteúdo distante do seu cotidiano e não se interessam, especialmente pelo fato de os átomos não poderem ser vistos e manipulados. Dessa maneira, a relação da estrutura atômica com os fenômenos químicos não é percebida facilmente (SOUZA, JUSTI e FERREIRA, 2006 apud OLIVEIRA, S. F., et. Al. 2013);

- Os estudantes não veem os modelos como uma concepção simplificada e transitória ou como aproximações e analogias empregadas para descrever fenômenos da realidade macroscópica. Eles os tomam no sentido mais concreto e real do que é apropriado, como se os modelos fossem imagem do real (MORTIMER, 1995 apud OLIVEIRA S. F., et. Al. 2013);



- Os professores atuantes e em formação também possuem concepções inadequadas de modelo em sala de aula (MELO, 2002).

No campo do ensino de química, o tópico dos modelos atômicos talvez seja aquele em que considerações histórico-filosóficas apareçam de forma mais explícita, visto a necessidade em se compreender o desenvolvimento das ideias atomistas juntamente às ideias de constituição da matéria (PEREIRA e SILVA, 2018). No entanto, para discutir a ideia de átomo junto aos estudantes, os professores, na maioria das vezes, recorrem aos livros didáticos, que acaba sendo a única fonte de fatos históricos e de discussão acerca do tema. Muitos desses materiais extraídos dos livros didáticos pouco abordam sobre os debates ocorridos ao longo dos anos, sobre a realidade atômica e sua confiabilidade (NAVARRO, FÉLIX e MILARÉ, 2015), não contribuindo, dessa maneira, para uma visão mais adequada acerca da ciência pelos estudantes. Visto isso é necessário buscar formas alternativas de suprir lacunas no ensino desse tópico e, nesse sentido, algumas propostas são reportadas na literatura.

Esterling e Bartels (2013), por exemplo, fizeram um estudo com estudantes de um curso de graduação em química, no qual buscou-se verificar o lugar mais apropriado na sequência de conteúdos para o ensino dos átomos. Desse modo, para algumas turmas o conteúdo foi colocado como primeiro tópico da disciplina, e para outras, em momentos posteriores. Os resultados apontaram para a influência dos conceitos de atomística para a aprendizagem de outros tópicos de química, pois as turmas com maiores índices de aprovação foram aquelas em que o tópico de atomística foi abordado inicialmente na disciplina.

Melo e Lima (2013) discutem sobre a necessidade de a aprendizagem de modelos atômicos estar vinculada com a compreensão de como o conhecimento científico evolui, de forma que o aluno adquira um melhor entendimento acerca do papel dos modelos científicos. Os autores apontam ainda que a concepção errônea que os estudantes apresentam sobre os modelos, faz com que eles tratem os mesmos como verdade, fazendo deles a imagem real do átomo. Concepções inadequadas acerca dos modelos atômicos são observadas tanto em estudantes (MASKILL e JESUS, 1997) quanto em professores (MELO, 2002). Esse tipo de concepção reflete na forma como os professores estão ensinando esse tópico aos alunos na sala de aula, sendo isto também um resultado da forma como o conceito foi aprendido, pelo professor, no seu processo formativo.

Na literatura também são encontradas propostas de estratégias para minimizar essas deficiências no ensino e aprendizagem dos modelos atômicos. Melo (2002), por exemplo, desenvolveu um material para auxiliar o professor na preparação das aulas sobre o tópico de modelos atômicos, procurando suprir as lacunas deixadas pelos livros didáticos, que por muito tempo foram considerados os instrumentos didáticos mais importantes presente nas escolas (LOPES, 1992). Levando em conta a importância que os livros didáticos têm no cenário educacional, Vidal (2009) investigou a presença da história da ciência em seis livros didáticos de química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio de 2007 (PNLEM). O autor aponta necessidade de melhorar a abordagem sobre história da ciência nos livros didáticos. A análise do autor sugere que a história da ciência apresentada nos livros não contribui para atingir a compreensão da ciência como um empreendimento humano e coletivo, assim como os objetivos educacionais recomendados pelos documentos oficiais de educação (VIDAL, 2009). Chaves, Santos e Carneiro (2014) fizeram uma análise da abordagem histórica dos modelos atômicos em livros didáticos e identificaram, na maioria dos livros, uma concepção de ciência predominantemente dogmática, construída de forma linear, acumulativa e ahistórica. Isso reforça a ideia de que os livros didáticos ainda precisam ser repensados e aperfeiçoados, contribuindo mais eficazmente para a compreensão dos estudantes.

Por ser um conteúdo em que as considerações histórico-filosóficas aparecem de forma mais explícita se faz importante as pesquisas que tem como objetivo compreender e aprimorar a aprendizagem do tópico baseado numa justificativa histórico-filosófica baseada no desenvolvimento científico. Gatto, Suart e Stanzani (2017) buscam na história e na filosofia da ciência subsídios para o ensino do modelo atômico de Dalton visando contribuir para a mudança do atual cenário de ensino tido como abstrato pela maioria dos alunos. Os resultados apontam para a necessidade de aspectos históricos e conceituais anteriores a Dalton serem destacados, como por exemplo os experimentos sobre gases. Trata-se de um material que poderá servir de apoio ao professor para o planejamento de uma abordagem histórica dos modelos mais adequada.

Prates e Simões (2015) relatam e discutem sobre a aplicação de situações-problema como estratégia didática para o ensino de modelos atômicos e como isso pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem deste conceito. A resolução das situações-problema foi realizada em escola da rede estadual de Minas Gerais e os

autores apontam que o uso das situações-problema estimulou o raciocínio dos estudantes, contribuindo de forma significativa para o entendimento do conceito.

Outro trabalho relevante foi o recentemente publicado por Souza e Cardoso (2020). Neste estudo as autoras relatam sobre uma intervenção pedagógica em turmas do nono ano do ensino fundamental, envolvendo teoria atômica, por meio de uma sequência didática. Ao final da sequência didática as autoras percebem uma boa aceitação da turma, constante interação e troca de informações, o que acabou instigando a curiosidade dos alunos, estimulando a participação e a autoestima durante os debates.

Para o melhor entendimento sobre a importância que tem sido atribuída ao tema na literatura nacional, realizamos um levantamento na Revista Química Nova na Escola (QNEsc) e buscamos, em todas as suas edições (1995 a 2020), por artigos que discutem aspectos relacionados a esse tópico. A QNEsc foi escolhida pelo fato ter grande representatividade no ensino de química no país e ser bastante acessada por professores, tanto da educação básica como do ensino superior. Inicialmente foram selecionados trabalhos que contivessem em seu título, palavras-chave ou resumo termos como: átomo, atomística, modelos atômicos e teoria atômica. Feita essa seleção, os trabalhos foram lidos na íntegra, para melhor classificação e discussão do seu conteúdo. Os trabalhos localizados são mostrados na Tabela 1, com seus respectivos autores e objetivo geral.

**Tabela 1:** Artigos da QNEsc acerca da temática modelos atômicos.

	Título/Ano	Autores	Objetivo
1	Concepções atomistas dos estudantes / 1995	Eduardo Fleury Mortimer	Análise das concepções atomistas de estudantes no início do ensino médio.
2	O papel mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem do conceito átomo / 1996	Lilavate Izapovitz Romanelli	Investigar o papel mediador do professor no ensino-aprendizagem do conceito átomo.
3	O Átomo e a Tecnologia / 1996	Mario Tolentino Romeu C. Rocha-Filho	Apresentar as aplicações da atomística e explicações dela em alguns fenômenos.
4	Sobre prováveis modelos de átomos / 1996	Attico Chassot	Apresentar uma discussão acerca dos prováveis modelos de átomo e os usos possíveis de cada modelo no ensino
5	Hipermídia no ensino de modelos atômicos / 1999	Alessandra Meleiro e Marcelo Giordan	Apresentar uma proposta de ensino de modelos atômicos por meio de hipermídias.

Continua

	Título/Ano	Autores	Objetivos
6	Os noventa anos de Les Atomes / 2003	Aécio Pereira Chagas	Apresentar a história do lançamento de Les Atomes de Jean Perrin que reuniu evidências experimentais sobre a existência dos átomos.
7	Fluorescência e Estrutura Atômica: Experimentos Simples para Abordar o Tema / 2004	Ana Luiza Petillo Nery e Carmen Fernandez	Apresentar experimentos simples de fluorescência para o ensino do modelo atômico de Borh.
8	Duzentos Anos da Teoria Atômica de Dalton / 2004	Carlos Alberto L. Filgueiras	Discutir as concepções filosóficas de atomismo anteriores a Dalton e mostrar o encadeamento que levou a teoria daltoniana.
9	O congresso de Karlsruhe e a busca de consenso sobre a realidade atômica no século XIX / 2007	Maria da Conceição Marinho Oki	Apresentar a história de um congresso importante na discussão da existência do átomo.
10	O processo de elaboração da teoria atômica de John Dalton / 2007	Hélio Elael Bonini Viana e Paulo Alves Porto	Descrever aspectos da construção da teoria atômica de Dalton.
11	Estrutura Atômica e Formação dos Íons: Uma Análise das Ideias dos Alunos do 3º Ano do Ensino Médio / 2009	Angella da Cruz Guerra França, Maria Eunice Ribeiro Marcondes e Miriam Possar do Carmo	Verificar quais as concepções sobre estrutura atômica e formação dos íons dos alunos.
12	Palavras Cruzadas como Recurso Didático no Ensino de Teoria Atômica / 2009	Edemar Benedetti Filho, Antonio Rogério Fiorucci, Luzia Pires dos Santos Benedetti e Jéssica Alves Craveiro	Desenvolver e avaliar a utilização de palavras cruzadas como recurso didático na aprendizagem do tópico.
13	Cibercultura em Ensino de Química: Elaboração de um Objeto Virtual de Aprendizagem para o Ensino de Modelos Atômicos / 2011	Anna M. Canavarro Benite, Claudio R. Machado Benite e Supercil Mendes da Silva Filho	Apresenta a aplicação de um software de perguntas e respostas para ensino de modelos atômicos.
14	Softwares de Simulação no Ensino de Atomística: Experiências Computacionais para Evidenciar Micromundos / 2013	Saulo França Oliveira, Noel Felix Melo, José Tatiano da Silva e Elder Alpes de Vasconcelos	Relatar uma experiência de ensino de modelos atômicos pelo método Jigsaw.
15	Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química / 2013	Marlene Rios Melo e Edmilson Gomes de Lima Neto	Caracterizar as dificuldades do ensino e aprendizagem de modelos atômicos.
16	História da Ciência no Estudo de Modelos Atômicos em Livros Didáticos de Química e Concepções de Ciência / 2014	Lígia M. Martinho Pereira Chaves, Wildson Luiz Pereira dos Santos e Maria Helena da Silva Carneiro	Analisar as concepções de modelos em livros didáticos e sua abordagem sobre história da ciência.

	Título/Ano	Autores	Objetivos
17	Modelos para o Átomo: Atividades com a Utilização de Recursos Multimídia / 2015	Glenda Rodrigues da Silva, Andréa Horta Machado e Katia Pedroso Silveira	Apresentar o desenvolvimento de uma sequência didática para o ensino de modelos atômicos utilizando recursos multimídia.
18	Ensino de Modelos para o Átomo por Meio de Recursos Multimídia em Uma Abordagem Investigativa / 2016	Nilma Soares Silva, André Correa Ferreira e Kátia Pedroso Silveira	Apresentar um relato de experiência sobre uma proposta de ensino de modelos para o átomo por meio da abordagem investigativa.
19	O ensino de Química no Brasil e os debates sobre o atomismo: um estudo dos programas da educação secundária (1850-1931) / 2017	Reginaldo Alberto Meloni e Hélio Elael Bonini Viana	Discutir como o tema átomo/atomismo foi inserido no currículo de educação em Química no Brasil entre os anos de 1850 e 1931.
20	Uma História do Antiatomismo: Possibilidades para o Ensino de Química / 2018	Letícia S. Pereira e José Luís P. B. Silva	Apresentar uma proposta de ensino de modelos atômicos por meio de controvérsias científicas.
	Título/Ano	Autores	Objetivos
21	Análise do Uso da Analogia com o “Pudim de Passas” Guiado pelo TWA no Ensino do Modelo Atômico de Thomson: considerações e recomendações / 2018	Tatiana C. Ramos e Nilmara B. Mozzer	Analisar os efeitos da apresentação da analogia “pudim de passas” e discutir outras possíveis formas de abordar analogias do ensino de ciências.

Ao todo foram levantados vinte e um trabalhos acerca da temática, conforme Tabela 1. No que diz respeito à questão do tempo, comparando as últimas três décadas, observa-se que na década de 90 (época da primeira publicação com a temática atomismo) foram cinco trabalhos publicados. Na década seguinte (2000) se percebe um crescimento no número de publicações acerca da temática (sete trabalhos), subindo para nove na década de 2010. Esses números sugerem que a temática dos modelos atômicos está ganhando espaço e o interesse de pesquisadores da área de ensino de química, visto a importância que esse tópico possui para a aprendizagem de outros conceitos químicos (ESTERLING e BARTELS, 2013; JOHNSTONE, 1993; CÁSSIO et al., 2012). Outro aspecto que sugere esse aumento, é o crescimento da pesquisa em ensino de química no Brasil, resultado de um aumento do número de programas de pós-graduação na área nas últimas décadas.

Também verificamos que a grande maioria dos trabalhos analisados são estudos voltados para o ensino médio, o que se justifica pelo fato de o conteúdo dos modelos atômicos ser, geralmente, abordado com esse público e fazer parte do conteúdo

programático do 1º ano deste nível de ensino. Alguns dos trabalhos são estudos teóricos, voltados à discussão de conceitos e aspectos históricos.

**Quadro 1:** classificação dos artigos por foco temático.

<b>Focos temáticos</b>	<b>Quantidade de artigos</b>	<b>Artigos</b>
Estratégias para a abordagem dos modelos atômicos	9	5, 7, 12, 13, 14, 17, 18, 20 e 21
Concepções acerca do atomismo	5	1, 2, 4, 11 e 15
Aspectos tecnológicos, históricos e filosóficos acerca do átomo	6	3, 6, 8, 9, 10 e 16
Currículo	1	19

Também classificamos os artigos de acordo com o foco temático principal, que reflete as principais temáticas enredadas no conjunto de artigos (Rink e Megid Neto, 2009) que tratam dos modelos atômicos. Desse modo, identificamos quatro focos principais, conforme mostra o Quadro 1.

Verificamos que a maioria dos artigos se enquadra na categoria *Estratégias para a abordagem dos modelos atômicos* e, de maneira geral, discutem diferentes formas de abordagem do conteúdo na sala de aula. Das estratégias apresentadas se destaca a utilização das TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação). Cinco dos trabalhos analisados discutem as potencialidades dessa ferramenta no ensino de química (MELEIRO e GIORDAN, 1999; BENITE, BENITE e SILVA, 2011; OLIVEIRA, *et. Al.* 2013; SILVA, MACHADO e SILVEIRA, 2015; SILVA, FERREIRA e SILVEIRA, 2016). Dentre estes destaca-se o estudo de Silva, Machado e Silveira (2015), intitulado “Modelos para o Átomo: Atividades com a Utilização de Recursos Multimídia”, no qual as autoras apresentam uma sequência didática para a abordagem de modelos atômicos. Nessa sequência foram utilizados simulações, animações e vídeos, empregados com o intuito de explicitar a evolução dos modelos. Por exemplo, após o modelo de Dalton a sequência traz uma simulação sobre a natureza elétrica da matéria, seguida de um vídeo sobre os raios catódicos, e somente depois é apresentada uma simulação sobre o modelo atômico de Thomson. Esse tipo de abordagem busca, dentre outros aspectos, favorecer o entendimento do aluno acerca da construção do conhecimento científico.

Os outros quatro trabalhos na categoria *Estratégias para a abordagem dos modelos atômicos* abordam diferentes estratégias, como a experimentação (NERY,

2004), uso de palavra-cruzada (BENEDETTI *et al.*, 2009), uso de controvérsias científicas (PEREIRA e SILVA, 2018) e o uso de analogias (RAMOS e MOZZER, 2018). Pereira e Silva (2018) discutem aspectos pontuais do antiatomismo como alternativa de ensino de modelos atômicos, utilizando as controvérsias científicas como estratégia de ensino. Eles apontam para a importância de que os alunos saibam que é por meio de dúvidas e conflitos entre pontos de vista distintos que a ciência se desenvolve. Tal abordagem, segundo eles, pode auxiliar na compreensão de como a ciência é desenvolvida e contribuir para o melhor entendimento dos conceitos envolvidos. Ramos e Mozzer (2018) analisaram os efeitos do uso do modelo *Teaching with Analogies* (TWA) em relação à compreensão dos estudantes acerca da analogia “pudim de passas” e do modelo atômico de Thomson. A proposta foi desenvolvida com estudantes do segundo ano do ensino médio da rede pública de Minas Gerais. Segundo os autores, os resultados apontam que os estudantes normalmente não possuem familiaridade com a analogia do “pudim de passas” e para a possibilidade de o professor incentivar com que o aluno crie sua própria analogia, tornando a sua participação mais ativa neste processo.

De acordo com a Tabela 1, cinco dos trabalhos são levantamentos acerca das concepções dos estudantes sobre o conceito de átomo (MORTIMER, 1995; ROMANELLI, 1996; CHASSOT, 1996; FRANÇA, MARCONDES e CARMO, 2009; MELO e LIMA, 2013). Dentre eles se destaca o trabalho de Romanelli (1996) que relata uma pesquisa feita com professores e alunos da disciplina de Química do ensino médio. O objeto de ensino nas aulas analisadas foi o tópico de modelos atômicos e a pesquisa enfocou as relações que se formam entre aluno, professor e o objeto de ensino em questão. Os resultados foram obtidos através de gravações, falas dos professores em sala, questionário e entrevistas. Com isso, buscou-se analisar a aprendizagem dos estudantes e a visão dos professores sobre o referido conteúdo. A autora conclui que as imagens formadas pelos estudantes acerca do conteúdo estão diretamente ligadas à postura adotada pelo professor com relação à temática e ao processo de ensino-aprendizagem, o que reforça a importância do papel do professor no processo de ensino-aprendizagem.

Na categoria *Aspectos tecnológicos, históricos e filosóficos acerca do átomo*, somente um dos trabalhos (CHAVES, SANTOS e CARNEIRO, 2014) discute o ensino de modelos atômicos através dos livros didáticos. Dois dos artigos tratam da abordagem histórica sobre o modelo atômico de Dalton (FILGUEIRAS, 2004; VIANA e PORTO,

2007) que discutem aspectos históricos do surgimento da teoria. O trabalho de Oki (2007) fala sobre o Congresso de Karlsruhe, primeiro grande encontro da comunidade química na História da Ciência, que teve por objetivo encontrar uma posição consensual em relação à linguagem e às representações utilizadas pelos químicos. Chagas (2003) escreve sobre os noventa anos de “*Les Atomes*”, livro de Jean Perrin, que reuniu evidências experimentais sobre a existência dos átomos e moléculas. O artigo de Tolentino e Rocha-Filho (1996) fala dos fenômenos cotidianos e as tecnologias em que o conceito de atomismo está atrelado. Eles argumentam que a ênfase nessas aplicações tecnológicas pode dar mais significado a aprendizagem desse tópico.

Na última categoria, Currículo, identificamos a existência de apenas um trabalho, no qual foi realizada uma análise sobre como o tema átomo/atomismo foi inserido no currículo de educação em Química, no Brasil, entre os anos de 1850 e 1931. O autor apresenta como a discussão acerca do átomo foi progredindo ao longo dos tempos e sobre a existência dos chamados “manuais de ensino de química”, nos arquivos do Colégio Pedro II, e como os termos referentes à atomística foram aparecendo nesses materiais no decorrer dos anos (MELONI e VIANA, 2017).

Pode-se afirmar que os fatores relacionados ao ensino aprendizagem dos modelos atômicos são muitos, abrindo inúmeras possibilidades para diferentes investigações relacionadas ao tópico. Nesse sentido, os diferentes trabalhos publicados, mostrados anteriormente, apontam muitas lacunas e possibilidades contidas no ensino e aprendizagem dos modelos atômicos, assim como para a importância da aprendizagem do tópico. Visto o importante papel ocupado pelo professor nesse processo, o presente trabalho visa investigar a visão de professores em formação inicial e professores atuantes acerca dos obstáculos e possibilidades no ensino do referido tópico.



## 2. JUSTIFICATIVA

O entendimento errôneo de como é elaborado o conhecimento científico e a não preocupação com a discussão de como os modelos científicos são construídos e qual a sua importância faz com que muitos alunos levem consigo concepções inadequadas (MELO e LIMA, 2013). Essas concepções incorretas provocam dificuldades do aluno em estabelecer relações entre os tópicos aprendidos na disciplina de química, passando a impressão de que o conhecimento é fragmentado e independente (CHAVES, SANTOS e CARNEIRO, 2014). Tal compreensão equivocada de modelos atômicos em sala de aula é observada tanto em alunos (MASKILL e JESUS, 1997) quanto em professores (MELO, 2002) atuantes e em formação.

A importância da abordagem histórica, muito enfatizada no ensino de modelos atômicos, encontra respaldo nas orientações preconizadas nos documentos oficiais de educação. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), por exemplo, apontam para a necessidade de se “Compreender o desenvolvimento histórico dos modelos físicos para dimensionar corretamente os modelos atuais, sem dogmatismo ou certezas definitivas” (BRASIL, 2002) sendo essa uma competência esperada pelo aluno egresso do ensino médio. Os PCNs também indicam que os professores devem privilegiar situações de ensino que considerem o cotidiano do aluno, em detrimento de atividades pautadas na mera memorização de informações (BRASIL, 1999).

O presente trabalho visa investigar professores em formação inicial e atuantes por serem importantes no processo de ensino aprendizagem, pois o professor seria o agente principal neste processo. A maneira com que o mesmo transfere a informação é que determina a compreensão formulada pelo aluno (DUTRA, 2019). A importância do conteúdo dos modelos atômicos para auxiliar a compreensão da química para alunos e professores justifica a elaboração e desenvolvimento do presente projeto, que tem como propósito contribuir com a pesquisa no campo de ensino buscando explicitar as principais barreiras e possibilidades de ensino aprendizagem do tópico. Depois de identificar essas barreiras a pesquisa visa elencar alternativas que minimizem tais deficiências.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Identificar os principais obstáculos para o ensino-aprendizagem de modelos atômicos e alternativas favoráveis à sua compreensão, na perspectiva de professores em formação inicial e professores atuantes, egressos da mesma universidade.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar as principais lacunas na aprendizagem de modelos atômicos na formação inicial de professores;
- Analisar que estratégias predominam na prática dos professores atuantes para o ensino de modelos atômicos e as razões de suas escolhas;
- Discutir possíveis alternativas para minimizar os problemas relacionados ao ensino-aprendizagem do tema.

#### 4. METODOLOGIA

A presente pesquisa é de natureza qualitativa, que de acordo com Minayo (2010) é aquela que se propõe a responder questões particulares, envolvendo geralmente ciências sociais e da educação, em um nível que não pode ser quantificado. Nesse tipo de abordagem se trabalha com significados, motivações, valores e atitudes do participante, com discussão profunda acerca das relações, processos e fenômenos que não podem ser reduzidos a números. Para Biklen e Bogdan (1994), a imersão do pesquisador na área de estudo e o acúmulo de dados descritivos são as principais designações das investigações qualitativas. Eles apontam critérios que representam estudos qualitativos, como: a fonte direta dos dados é o ambiente natural e o investigador é o instrumento principal da pesquisa; apresenta caráter essencialmente descritivo; o pesquisador está mais preocupado com o processo que com os produtos; os dados tendem a ser analisados de forma indutiva.

Participaram desse estudo dois grupos de participantes. O primeiro foi formado por cinco alunos do curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública catarinense. Os participantes deste grupo deveriam estar cursando, no mínimo, a quinta fase do curso. O segundo grupo foi formado por cinco professores atuantes no ensino formal de química em escolas da rede pública e privada da Grande Florianópolis. O critério básico para a escolha dos participantes deste grupo é já ter lecionado para turmas de primeiro ano do ensino médio e ser egresso da mesma universidade do primeiro grupo. Cabe ressaltar que todos os participantes aceitaram participar do estudo e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que detalhava os objetivos do estudo, assim como seus direitos (Apêndice 1).

A obtenção dos dados se deu a partir da realização de entrevistas com os dois grupos supracitados. Haguette (1997) define entrevista como “um processo de interação social entre duas pessoas na qual uma delas, o entrevistador, tem por objetivo a obtenção de informações por parte do outro, o entrevistado” (HAGUETTE, 1997, p. 86). A entrevista utilizada foi do tipo semiestruturada. Segundo Boni e Quaresma (2005) esse tipo de entrevista combina perguntas abertas e fechadas, em que o entrevistado tem a possibilidade de discorrer sobre o tema proposto. O entrevistador deve seguir um conjunto de questões anteriormente definidas, podendo realizar isso em um contexto muito semelhante ao de uma conversa informal. Os roteiros das entrevistas elaborados para os dois grupos são mostrados na Tabela, a seguir.

**Tabela 2:** Roteiro da entrevista com professores atuantes e licenciandos.

<b>Questões</b>	<b>Professores Atuantes</b>	<b>Licenciandos</b>
<b>1. Para você, qual a importância do tópico de modelos atômicos para os alunos do primeiro ano do ensino médio?</b>	x	x
<b>2. Qual a concepção de átomo que você espera ser construída pelos estudantes após o ensino deste tópico?</b>	x	x
<b>3. Quais os principais obstáculos e dificuldades no ensino e aprendizagem desse tópico? Explique.</b>	x	x
<b>4. Quais as principais estratégias empregadas por você no ensino desse tópico? Em linhas gerais, comente como se dão suas aulas sobre modelos atômicos.</b>	x	
<b>5. De que forma a sua formação inicial contribuiu para a abordagem desse tema na sala de aula?</b>	x	
<b>6. Se hoje você tivesse que ministrar uma aula sobre os modelos atômicos para o ensino médio, quais estratégias você empregaria? Justifique.</b>		x
<b>7. De que forma o curso de licenciatura vem contribuindo para a abordagem desse tema pelo futuro professor na sala de aula?</b>		x

As entrevistas foram gravadas em áudio e, posteriormente, transcritas. A identidade dos participantes será mantida em sigilo e cada um deles será referenciado por códigos alfa numéricos (P1, P2, P3...) para o grupo de professores atuantes e (L1, L2, L3...) para o grupo de Licenciandos.

Para a análise das entrevistas foi utilizado o processo de Análise Textual Discursiva (ATD). Segundo Moraes (2003) esse processo analítico considera que novos entendimentos emergem de um percurso de três ciclos: unitarização, categorização e comunicação, que se realizam pela análise do *corpus*, que é o material resultante das entrevistas, em nosso caso. O momento de unitarização é o momento de desconstrução do texto, examinando-o em seus detalhes, extraindo frações do que é significativo à pesquisa (unidades de significado). Tais fragmentos são extraídos com base em teorias e ponto de vista do pesquisador e são relevantes de acordo com os propósitos da pesquisa. A fase de categorização consiste no sentido inverso da unitarização, ou seja, no estabelecimento de relações entre os fragmentos (unidades de significado), no

sentido de compreender como elas podem ser relacionadas pelas semelhanças. A última fase de compreensão tem como objetivo expressar o entendimento atingido. Isso se dá na construção de um chamado metatexto analítico, que expressa os sentidos lidos de um conjunto de textos. A estrutura desse metatexto é constituída de descrição e interpretação, representando o conjunto, modo de compreensão e teorização dos fenômenos investigados.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando as etapas da Análise Textual Discursiva Moraes (2003), iniciamos a análise dos dados pelo momento de *unitarização*, quando as entrevistas foram cuidadosamente examinadas em seus detalhes, extraindo frações significativas à pesquisa (unidades de significado). Na sequência passamos para a fase de categorização, quando se buscou relações entre os fragmentos (unidades de significado), no sentido de compreender como elas poderiam ser relacionadas pelas semelhanças. Neste trabalho as categorias foram definidas *a priori*. Na fase de *compreensão* houve a descrição, interpretação e teorização dos fenômenos investigados, com o auxílio de referenciais teóricos.

As discussões realizadas neste trabalho levaram em conta algumas considerações em relação a epistemologia de Gaston Bachelard (1881-1962), amplamente referenciada no ensino de ciências (MORTIMER, 1992; LOPES, 1996; FONSECA, 2008; FERREIRA, 2013; MELO, 2018, entre outros). Bachelard foi escolhido por sua visão epistemológica essencialmente retificadora em relação ao conhecimento científico que se constrói sob uma perspectiva crítica e anti-continuista. Deste modo, para Bachelard, a história construção do conhecimento científico deve ser estudado e investigado de modo a refletir sobre suas características, potencialidades e limitações, visto a importância disto na superação de possíveis obstáculos que podem estagnar e engessar seu desenvolvimento.

### 5.1 A IMPORTÂNCIA DO ENSINO DOS MÓDELOS ATÔMICOS

Esta categoria versa acerca das opiniões dos participantes sobre a importância do tópico de modelos atômicos no ensino de química. Segundo alguns dos entrevistados o tópico em questão se faz importante para que os alunos entendam a construção histórica da ciência e o seu desenvolvimento ao longo do tempo:

*“A importância para mim se dá na questão de entender que a ciência ela não é uma verdade absoluta, que conforme vão aparecendo novas contribuições, novos estudos, ela pode seguir mudando” (L1);*

*“A forma com que os modelos atômicos se desenvolvem é uma maneira muito útil para o professor de química ensinar sobre história da ciência, como que os modelos foram sendo aprimorados e também evitar algumas práticas que a gente encontra em livros didáticos [...] é uma oportunidade que o professor tem de mostrar que a ciência está sempre em desenvolvimento” (L4);*

*“Mais importante de conhecer as principais características de cada modelo atômico (de Dalton, de Bohr, etc.), mais importante do que isso, no meu ponto de vista, é eles compreenderem, entre outros aspectos, o aspecto de desenvolvimento da ciência” (P5);*

*“Acho que principalmente a questão da construção da história da ciência, para que eles tenham uma noção de onde surgiu tudo até a evolução que a gente tem hoje, questão de evolução tecnológica e construção de metodologia científica” (P2).*

*“E eu vejo que esse debate de modelos atômicos é muito rico, infelizmente os livros eles não problematizam e não abordam talvez por uma cultura e etc. Ele é muito rico para você problematizar esses debates, esses aspectos epistemológicos, essa questão de como a ciência foi se desenvolvendo... eu acredito que a evolução dos modelos atômicos ela traz muito subjacente a ela, o debate do desenvolvimento da ciência moderna e também o debate de o que é ciência e como fazer ciência” (P5).*

Na fala de P5 é destacado que os livros didáticos empregados na sala de aula não problematizam e/ou abordam o debate histórico e epistemológico acerca da ciência. O entrevistado L4 também falou sobre evitar algumas práticas encontradas nos livros didáticos. No entanto, alguns estudos apontam que nestes livros a história da ciência é contemplada, porém de maneira limitada, sem aprofundamento na problematização e contextualização sócio-histórica (CHAVES, SANTOS e CARNEIRO, 2014; VIDAL, 2009). Nesse sentido, Vidal (2009) aponta que uma má abordagem histórica da ciência pode levar a equívocos por parte do aluno, não somente sobre o conceito estudado, mas também sobre a natureza da ciência.

Fávero e Consaltér (2017) destacam que a superficialidade comumente presente nos discursos relacionados à educação científica e tecnológica é um obstáculo a ser superado por pesquisadores e professores. Segundo os autores isso deve-se à falta de contextualização adequada do conhecimento científico, que muitas vezes se resume em discursos de opinião, carregados de inércia intelectual, e que acabam a apegar-se a ideias prontas, fáceis e já estabelecidas na construção do conhecimento (MELO, 2018). Nesse sentido, Bachelard enfatiza que

Do ensino científico da escola retemos os factos, esquecemos as razões e é assim que a ‘cultura geral’ fica entregue ao empirismo da memória. Ser-nos-á necessário, portanto, encontrar exemplos mais modernos em que se pode seguir o esforço efetivo do ensino (BACHELARD, 2006, p. 35 apud MELO, 2018).

Segundo Melo (2018) Bachelard critica o empirismo (doutrina segunda a qual todo conhecimento provém unicamente da experiência), caracterizando-o como um obstáculo epistemológico para a aprendizagem, já que o mesmo retira do pensamento científico o sentido de problema, banalizando-o:

É tão agradável para a preguiça intelectual limitar-se ao empirismo, chamar um fato de fato e proibir a busca de leis! Ainda hoje os maus alunos de física “compreendem” as fórmulas empíricas. Acham que todas as fórmulas, inclusive as que decorrem de uma teoria bem organizada, são empíricas. Pensam que a

fórmula não passa de um conjunto de números disponíveis, que basta aplicar a cada caso particular (BACHELARD, 1997, p. 30).

Tais questões apontadas pelos entrevistados também vão ao encontro do que preconiza a BNCC, ao defender que o ensino de química

Envolve, também, a contextualização sócio-histórica, ao serem abordados, por exemplo, conhecimentos sobre o átomo e a estrutura da matéria. O/a estudante poderá entender o impasse que permeou a Química no século XIX, no qual a existência do átomo foi negada por falta de evidências empíricas que dessem suporte ao modelo atômico de Dalton e, assim, compreender a Química como uma ciência na qual, no nascimento das teorias, as certezas convivem com controvérsias (BRASIL, 2016, p.592).

Em estudo realizado com alunos do ensino médio, Melo e Lima (2013) apontam que o entendimento errôneo de como o conhecimento científico evolui, juntamente com a não preocupação com a discussão de como os modelos científicos são construídos faz com que os alunos levem consigo concepções inadequadas acerca da ciência. Nesse sentido, o ensino da ciência, por sua natureza histórico-científica, pode contribuir com que o professor crie um ambiente crítico-reflexivo acerca da construção e desenvolvimento do conhecimento científico, auxiliando os alunos a alcançarem concepções mais adequadas, como mostra a fala de P2:

*“Ter um pensamento científico, fora do senso comum, começar a construir um pouco mais do pensamento científico de maneira mais correta e mais coerente” (P2).*

Pensar o ensino de ciências de modo questionador, segundo Bachelard, exige ir além da simples aplicação de conceitos e fórmulas já estabelecidas a casos específicos, por mais sedutor que isso pode ser em primeiro instante. É essencial, primeiramente, compreender o que está se matematizando, de modo a superar o empirismo ingênuo de levar o fato à racionalidade de maneira automática e instintiva (MELO, 2018). Nessa perspectiva, o professor pode encontrar suporte na literatura, para que consiga construir uma abordagem histórico-científica adequada na sala de aula, por meio de diversos trabalhos sobre história do atomismo (FERREIRA, 2013; VIANA, 2007; GATTO, SUART JÚNIOR e STANZANI, 2021; DUTRA, 2019).

Outra importância relacionada ao tópico de modelos atômicos levantada pelos entrevistados foi sobre o tópico ser significativo para o entendimento de conhecimentos normalmente ensinados em etapas posteriores, conforme trechos a seguir:

*“Eu acho que é a base para que os estudantes consigam entender todos os outros conteúdos de química, que eles consigam compreender os modelos atômicos para que a*



*partir deles eles consigam entender tudo que vem a seguir, para ligações, para reações, para equações, cálculos, acho que para tudo isso eles precisam compreender primeiro os modelos.”. (L2)*

*“Acho que é a base de qualquer conteúdo de química. Porque o conceito de átomo sendo ensinado já no começo ele auxilia na compreensão de vários conteúdos, seja ligações químicas, reações, substâncias, tudo que abrange a química parte de átomos”. (L5)*

*“Para eles entenderem o que é um elemento químico, o que é uma substância. Quando se fala de átomo, saber do que se está falando. Então o modelo atômico ele acaba sanando essa parte da dúvida, embasando para conseguir continuar a linguagem química do primeiro ano”. (P1)*

*“eu sempre falo para eles, se vocês souberem modelos atômicos e tabela periódica o resto acaba se tornando mais fácil para vocês em química, porque vocês vão ter uma melhor noção das coisas porque já sabem o básico”. (P4)*

É muito importante que esteja claro, tanto para o professor quanto para o aluno, a relação que o conteúdo de atomística tem com outros assuntos de química como: tabela periódica, ligações químicas, geometria e polaridade, funções, reações químicas etc. Além disso, o conhecimento sobre o átomo e a compreensão da estrutura da matéria, essencial para a continuidade dos estudos da Química, envolve a transição entre os diferentes níveis de representação: microscópico, macroscópico e simbólico (JOHNSTONE, 1993; CÁSSIO et al., 2012). Logo é necessário que o docente busque conexões entre os diferentes tópicos para que o aluno não acabe simplesmente memorizando, e não sendo capaz de estabelecer relações com os outros tópicos e situações cotidianas (SILVA, MACHADO e SILVEIRA, 2015).

As duas questões levantadas pelos entrevistados acerca da importância do tópico de modelos atômicos devem ser motivo de reflexão por parte do professor, para que os objetivos do ensino acerca deste conteúdo sejam devidamente traçados no planejamento da aula e, posteriormente, executados. Estes objetivos devem visar uma aprendizagem que não isole o tópico de modelos atômicos dos outros conteúdos químicos, mas que busque relacionar e enfatizar a importância do conhecimento sobre o átomo.

## 5.2 CONCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE ÁTOMO

Os entrevistados também foram questionados sobre quais concepções de átomo eles esperam que sejam construídas por seus estudantes, após o ensino deste tópico. Algumas das respostas para essa questão são apresentadas a seguir.

*“Acho que é essencial que eles compreendam que o átomo não é algo estático, que ele é dinâmico, acho que é a principal questão, e as formas que ele interage, que é a matéria em si” (L2);*

*“Algo mais palpável, não tão abstrato, que eles entendam o que é o conceito de átomo como algo que faz parte da natureza, que está presente em tudo” (L5).*

*“Eu espero que eles entendam que o átomo é justamente essa unidade da matéria, essa entidade que a partir dela e suas interações a gente consegue construir” (L3).*

*“Então eu espero pelo menos que eles entendam o que é um átomo, quais as partes do átomo, e que eles entendam tudo que eles usam, tudo que eles são é átomos” (P4).*

*“Então, a construção daquele modelo didático né, aonde a gente tem o núcleo com prótons e nêutrons, a eletrosfera e as camadas, então seria um modelo de Rutherford-Bohr” (P1).*

Essas falas dos entrevistados indicam uma concepção simplificada sobre o átomo, que abrange somente sua estrutura e os elementos que o compõe. Concepção simplificada no sentido de não incluir ideias sobre modelos representacionais, assim como a história e o desenvolvimento da ciência. Outra fala que também merece destaque é de L1:

*“[...] que eles tivessem noção que o átomo é uma forma de uma estrutura, montada de coisas, partículas energéticas que entre si estabelecem uma relação, os elétrons em torno dos prótons né... que eles entendam que o átomo seja fundamentalmente constituído por partículas minúsculas e com energia” (L1).*

Bacherlard, Melo (2018) aponta que um discurso de contextualização superficial tende a transformar-se num discurso de opinião, superficial, que segundo o perfil epistemológico bachelardiano se destaca como obstáculo a ser superado, já que o mesmo é fabricado e difundido, sempre em busca de respostas prontas e não questionamentos. Tais concepções simplificadas de átomo faz com que os alunos considerem o átomo no sentido mais concreto e real, como se os modelos fossem imagem da realidade (MORTIMER, 1995). Nesse sentido, verificamos falas tanto de professores em formação inicial como de professores atuantes. As concepções apontadas pelos entrevistados são vistas como superficiais, pois enfatizam aspectos relacionados à estrutura do átomo, sem reflexão sobre o caráter representacional dos modelos. Tal noção simplificada de átomo dificulta ainda mais o ensino do tópico, fazendo com que o assunto aparente não ser significativo para o entendimento da química como um todo.

Em contrapartida outros entrevistados apontaram a importância da compreensão, pelos estudantes, acerca do papel dos modelos usados no ensino de química.

*“acho que a questão mais importante é entender o que são os modelos, porque existem esses modelos, que a realidade não é dessa forma, uma transfiguração” (L4);*

*“Não seria uma concepção exclusiva de átomo, seria a compreensão que os modelos se desenvolveram no decorrer do tempo” (P5).*

Um ponto importante no âmbito do uso dos modelos no ensino de ciências é a abordagem empregada pelo professor. Nesse sentido, Santos e Greca (2005) discutem as dificuldades geradas pelas generalizações na abordagem de modelos em física e química. Nesse sentido, os autores fizeram uma pesquisa sobre trabalhos ligados ao tema, além de discutirem sobre diferenças acerca da concepção de modelo para a Química e para a Física, visando uma abordagem mais adequada do tema em sala. Santos e Maldaner (2010 apud DUTRA, 2019) também apontam para *“a importância que o professor de Química entenda o significado e a importância da compreensão do aluno sobre o conceito de modelo e de que forma a Química utiliza este recurso”*. Nessa perspectiva, é necessária a reflexão, por parte do professor de química, para que a abordagem dos modelos traga benefícios significativos na aprendizagem dos alunos. Ainda, segundo Dutra (2019, p. 23), *“o professor de Química é o agente principal neste processo, já que antecede aos alunos a sua interpretação. A forma pelo qual o professor vai transferir essa informação, que para ele já está processada, é que vai definir o modelo que será formulado pelo aluno”*.

Para um dos entrevistados, P2, a concepção esperada é aquela em que o aluno consiga relacionar o átomo com o comportamento macroscópico da matéria:

*“Acho que principalmente entender a definição de matéria. Observar que as propriedades da matéria que a gente consegue ver, consegue tocar, surge de uma pequena parte e que aquilo tem uma influência muito grande. Conseguir entender que a estrutura da matéria ela tem um porquê do comportamento, através do átomo” (P2).*

Segundo Souza, Justi e Ferreira (2006) o reducionismo que visa tornar o ensino de modelos atômicos menos complexo e mais simplista (abordagens dos modelos e analogias básicos e ausência de discussões e reflexões acerca da construção do conhecimento científico) muitas vezes dificulta o entendimento do aluno acerca do tema. Segundo os autores, esse tipo de abordagem dificulta a transposição a outros conteúdos e, na maioria das vezes, provoca a desmotivação e o desinteresse do aluno, que acham o conteúdo distante do seu dia a dia.

### 5.3 OS OBSTÁCULOS E DIFICULDADES NO ENSINO E APRENDIZAGEM

Foi observada, nas falas dos entrevistados, a menção a múltiplos obstáculos e dificuldades relacionadas ao ensino dos modelos atômicos. Destes, o mais citado, segundo os entrevistados, é o obstáculo visual, ligado à necessidade de abstração que o estudo do átomo exige:

*“A principal foi entender que é uma estrutura microscópica, que é algo que a gente não vai ver a olho nu, que não vai ser de fácil visualização [...] e entender que ele é extremamente pequeno, mas que é de grande importância para a área da química” (L1).*

*“a visualização, porque a gente não tem uma forma exata, então a gente é obrigado a usar representações, então eu acho que essas representações podem confundir, atrapalhar o entendimento de como é, de como reage cada átomo” (L2).*

*“é o fato de que a gente não vê, assim como muito na química a gente também não vê, a gente cria essas representações para tentar explicar alguma coisa que a gente não vê, que dificilmente tem contato” (L3).*

*“Muita dificuldade porque não é uma coisa visual, a primeira dificuldade é você explicar um conceito que não é palpável, é algo da imaginação” (L5).*

*“É muito difícil porque eles não podem ver, não existe uma foto. Tem alguns conceitos que eles não conseguem entender direito “como assim é vazio?” “como que um não esmaga o outro?”” (P1).*

*“a subjetividade, eles não conseguem enxergar aquilo” (P2).*

*“A dificuldade deles é de enxergar, de ver aquilo ali. E é aquilo, é um conteúdo muito teórico” (P4).*

Ao falar sobre estes obstáculos, diretamente relacionados à necessidade de abstração, três dos entrevistados fazem ainda referência ao epistemólogo Gaston Bachelard e as suas teorias, conforme mostrado a seguir.

*“[...] às vezes essas representações acabam se tornando um obstáculo. Eu gosto muito do que o Bachelard fala sobre a maneira como a gente representa os átomos. Às vezes isso acaba se tornando um obstáculo para a própria aprendizagem (para a compreensão do que realmente são)” (L3).*

*“[...] os obstáculos epistemológicos, que a representação daquela forma pode fazer pensar que pode pegar na mão ou que ele vai olhar no microscópio e vai ver os elétrons, os prótons e tudo mais. Animista (obstáculo epistemológico) também, que a gente encontra nos livros didáticos né, que dá para entender que o elétron rodeia os prótons porque há uma afinidade amorosa, um sentimento ali e não seja simplesmente uma atração eletrostática” (L1).*

*“Acho que primeiro os obstáculos que podem surgir são a forma com que a gente vai ensinar, por conta dos obstáculos que podem ter, como animistas, por exemplo, obstáculos que possam fazer com que os alunos interpretem de maneira errada” (L2).*

Um dos entrevistados apontou também sobre a dificuldade relacionada às ideias trazidas pelos estudantes oriundas do senso comum, fortemente presentes nas suas concepções acerca do tema.

*“E passar isso para o aluno acho que é mais difícil ainda porque a ideia de senso comum de várias coisas ainda está muito enraizada nos alunos, e você quebrar esse estigma que ele tem é muito difícil” (L5).*

Isto está diretamente ligado ao conhecimento geral (comum) que é obstáculo para o conhecimento científico, segundo Bachelard (1997), assim sendo a experiência primeira (primeiro contato empírico/visual ao fenômeno) o primeiro obstáculo epistemológico na formação do espírito científico. Bachelard aponta que o desenvolvimento da ciência é abordado de maneira continuísta, como se a história da cultura e do conhecimento fossem sido construídas como o desenrolar de um romance, os conceitos sendo gradativamente somados uns aos outros. Uma manifestação deste continuísmo é a constante tentativa da escola em fazer do conhecimento escolar a ponte capaz de mascarar a ruptura entre conhecimento comum e conhecimento científico, na busca de uma simplificação conceitual. Outro exemplo disto é a visão continuísta de que os atomistas gregos foram precursores das formulações dos atomistas modernos, negando a ruptura de racionalidade entre as proposições dos gregos e de Dalton (sem considerar o conhecimento produzido entre os gregos e Dalton). Bachelard introduziu a noção de descontinuidade na cultura científica através de noções de recorrência histórica, de racionalismos setoriais e da concepção de ruptura (LOPES, 1996).

Bachelard fala que a história da ciência não deve aparecer como informações soltas e superficiais, mas que os fatos históricos sejam constantemente confrontados, realizando uma chamada psicanálise do conhecimento objetivo. Sendo assim, após identificação do obstáculo epistemológico é necessária a aplicação da psicanálise da razão, que segundo Bachelard (1997, p. 24), seria como confrontar os fatos e refletir sobre eles: “detectar os obstáculos epistemológicos é um passo para fundamentar os rudimentos da psicanálise da razão”. Deste modo, além de propor práticas pedagógicas que sejam coerentes e questionadoras, é necessário refletir sobre as consequências dessas em relação aos objetivos e premissas de ensino no contexto inserido, de maneira com que não se tornem obstáculos à construção do conhecimento (MELO, 2018).

Há também os chamados obstáculos pedagógicos que impedem o professor de entender o porquê de o aluno não compreender determinado tópico. O professor, por

exemplo, não compreende as dificuldades (obstáculos epistemológicos) que o aluno pode enfrentar no processo de aprendizagem. Nesse sentido, Bachelard ressalta a necessidade de nós, professores, conhecermos as concepções prévias dos alunos (seus conhecimentos anteriores ao processo de ensino). Nesse sentido, Lôbo (2008) explica que:

A preocupação de Bachelard com o ensino de Ciências de certa forma acompanha suas inquietações em relação ao processo de produção da Ciência. Para ele, o racionalismo aplicado ao objeto científico deve ser precedido da incorporação do pensamento racional pelo sujeito, de forma que "uma ontologia da ideia ensinada vem, então, revestir o *racionalismo docente*" (BACHELARD, 1977, p. 20 apud LÔBO, 2008). Para Bachelard, este racionalismo "exige aplicação de um espírito a outro" e guarda, a nosso ver, semelhanças com o processo pedagógico de mediação didática. Neste, a ação pedagógica exige uma racionalidade (docente) sempre vigilante, para superar obstáculos como, por exemplo, o desconhecimento, pelo professor, de que o aluno tem ideias pré-concebidas - normalmente revestidas de um realismo ingênuo, próprio do senso comum - que impedem, muitas vezes, a compreensão e apreensão dos conceitos científicos. Este obstáculo é chamado por Bachelard de *obstáculo pedagógico* (LÔBO, 2008).

O obstáculo animista, segundo Bachelard, se origina nos conhecimentos biológicos e no fascínio pela vida. A questão central deste obstáculo é atribuir características animais a seres inanimados. No caso dos modelos atômicos, por exemplo, dizer que o próton atrai os elétrons por um sentimento amoroso mútuo entre ambos. Esses animismos podem ser colocados em prática na aula, em uma tentativa de deixar o entendimento dos alunos mais simples e fácil. Atitude que pode representar um obstáculo à compreensão do conhecimento científico e ao progresso da aprendizagem do aluno. O obstáculo animista é novamente ressaltado por L1, ao falar sobre a forma como o conteúdo é abordado nos livros didáticos de química:

*“o modo como está nos livros didáticos dá uma interpretação errada, fazem eles ter uma compreensão errada do que é o átomo que as vezes ele pode agir como se tivesse vontade própria”* (L1).

Outro obstáculo ressaltado pelos entrevistados é sobre a compreensão dos estudantes acerca dos modelos usados na ciência:

*“Agora a compreensão do que é um modelo na ciência, acho que é uma limitação, para que servem os modelos? O que é modelar?”* (P5).

Bachelard aponta que para minimizar o impacto dos obstáculos epistemológicos e pedagógicos deve-se adotar uma postura investigativa e crítica acerca do processo de

ensino aprendizagem como também do desenvolvimento científico. Isto se resume em aplicar a psicanálise da razão ao conhecimento referido, ou seja, que os conhecimentos sejam constantemente confrontados por ideias mais racionais e evoluídas, buscando entender as limitações dos conhecimentos antigos ao atual.

Para que o aluno tenha noções mais coerentes acerca dos modelos é necessário que sejam oportunizados momentos de discussão acerca do papel que estes desempenham no ensino de ciências. No entanto, sabe-se que, muitas vezes, os professores não propiciam essas discussões sobre o papel dos modelos e acabam optando por uma abordagem mais simples e superficial, levando o aluno a pensar, na maioria das vezes, que o modelo mais moderno seja a imagem do real. Nesse sentido, é de extrema importância que o caráter representacional dos modelos seja destacado pelo professor. Dessa forma é nítida a relação entre os obstáculos advindos da dificuldade de abstração e da dificuldade de o aluno entender o papel dos modelos na ciência, pois ao mesmo tempo que o emprego de uma imagem/simulação pode ajudar na imaginação do aluno quando se trata do átomo, auxiliando na sua capacidade de abstração, esta mesma imagem, abordada de forma inadequada e/ou superficial, pode se tornar um obstáculo, dificultando o aluno a entender o desenvolvimento da ciência.

Por fim foram levantados obstáculos ligados à rotina profissional do professor e à infraestrutura das escolas:

*“Tempo para poder construir essas... esses jogos, trazer eles para o laboratório, mas eu acho que é mais falta de tempo mesmo para planejamento dessas questões mais lúdicas” (P2).*

*“A dificuldade de ensinar é um pouco a questão de falta de recursos, que a maioria das escolas estaduais têm”(P4).*

Como podemos verificar, dois problemas foram levantados pelos entrevistados nas suas respostas: 1) falta de tempo para o professor planejar abordagens alternativas; e 2) falta de recursos da maioria das escolas públicas. Esses entraves são também discutidos em outros trabalhos publicados na literatura. No estudo realizado por Basso (1998) são apresentadas duas condições para o trabalho docente: as subjetivas, relacionadas à formação do professor; e as objetivas, relativas às condições de trabalho, desde a organização prática (participação no planejamento escolar) até a remuneração do professor. Os autores chamam de “alienação” o processo no qual o professor está sem perspectiva de melhoras em seu ambiente de trabalho, tanto em condições objetivas

quanto subjetivas. Basso (1998) também questiona sobre o que incita e/ou motiva o professor a realizar seu trabalho:

Este motivo não é totalmente subjetivo (interesse, vocação, amor pelas crianças, etc), mas está relacionado à necessidade real instigadora da ação do professor, captada por sua consciência e ligada às condições materiais ou objetivas em que a atividade se efetiva. Essas condições referem-se aos recursos físicos das escolas, aos materiais didáticos, à organização da escola em termos de planejamento, gestão e possibilidades de trocas de experiência, estudo coletivo, à duração da jornada de trabalho, ao tipo de contrato de trabalho, ao salário, etc. Quando essas condições objetivas de trabalho não permitem que o professor se realize como gênero humano, aprimorando-se e desenvolvendo novas capacidades, conduzindo com autonomia suas ações, criando necessidades de outro nível e possibilitando satisfazê-las, ou seja, “que, portanto, ele não se afirma, mas se nega em seu trabalho, que não se sente bem, mas infeliz, que não se desenvolve energia mental e física livre, mas mortifica a sua *physis* e arruína a sua mente” (Marx, 1984, p. 153), este trabalho é realizado na situação de alienação (Basso, 1998, p. 7).

Quadros *et al.* (2006), por outro lado, investigaram os problemas enfrentados por professores de química do interior e da região metropolitana de Belo Horizonte - MG. Os seis problemas mais citados pelos 14 professores de química entrevistados (professores experientes com mais de cinco anos de serviço e professores iniciantes com menos de cinco anos) foram: 1) desvalorização da profissão de professor; 2) grande número de alunos em sala de aula; 3) baixos salários; 4) desinteresse dos alunos; 5) carga horária baixa da disciplina; 6) desmotivação geral dos professores. Os problemas aqui citados, Quadros *et al.* (2006) refletem ainda sobre as razões pelas quais esses problemas persistem ao longo de anos:

Os problemas escolhidos não são recentes. Há bem mais de uma década eles vêm sendo denunciados. E por que, então, ainda persistem? Certamente são problemas provenientes da pouca valorização da educação como possibilidade de construir sujeitos críticos, mais participativos e em melhores condições intelectuais. Essa escassa valorização, acreditamos, não está tão associada à falta de vontade política, mas à incompetência de muitas administrações que este país já teve (QUADROS *et al.* 2006).

Sobre os desafios da profissão docente é importante ainda salientar a relação existente entre o ensino praticado pelo professor e a sua realidade profissional (contexto em que está inserido) e que os problemas vão além de questões pedagógicas ligadas ao conteúdo propriamente dito. É estreitamente necessário que esses debates acerca dos problemas da profissão docente estejam sempre em constante discussão e que as autoridades públicas responsáveis, os próprios professores e gestores de escolas tenham



esses problemas em mente, para que busquem alternativas e meios de resolvê-los e/ou amenizá-los.

#### 5.4 AS ESTRATÉGIAS DE ENSINO

Nesta categoria os entrevistados foram questionados sobre as estratégias de ensino empregadas por eles no ensino do tópico de modelos atômicos, no caso dos professores atuantes. Já os licenciandos foram questionados sobre as estratégias que utilizariam, caso tivessem que lecionar o referido conteúdo. No Quadro 2 é apresentada uma síntese das estratégias citadas pelos participantes para essa questão.

**Quadro 2:** estratégias utilizadas pelos entrevistados em aulas de modelos atômicos.

<i>Estratégias</i>	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>	<b>L4</b>	<b>L5</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
<i>Simulações</i>	X		X	X						
<i>Contextualização</i>	X	X	X							X
<i>Videos</i>		X			X					X
<i>Experimentos</i>	X	X	X		X					
<i>Modelos</i>					X					
<i>Imagens</i>						X				
<i>Jogos</i>							X	X		X

Conforme o Quadro 2, as simulações foram citadas por três licenciandos (L1, L3 e L4). Na fala de L3, por exemplo, é apresentada uma justificativa para o uso de simuladores no ensino deste tópico e na fala de L1 é apresentado um exemplo de representação que poderia ser feita pelo computador, de modo a contribuir para a compreensão do assunto pelo estudante.

*“[...] simuladores, que eu acho que dá a dimensão assim para as coisas, e a gente pode mostrar mesmo” (L3).*

*“Simulações que demonstrassem que eu vou colocando os prótons, vai aparecendo as camadas e os elétrons [...]” (L1).*

Além de contribuir com o aspecto visual das representações as simulações ajudam os professores a economizar tempo que seria destinado à elaboração de esquemas com o uso do quadro. Similares às simulações evidenciamos ainda nas respostas dos participantes o uso de vídeos (L2, L5 e P5) e de imagens (citada por P1), como formas de melhor desenvolver o conteúdo na sala de aula.

Apesar da importância atribuída ao uso de determinados recursos, é importante ressaltar que este não necessariamente facilitará a aprendizagem do aluno. Nesse sentido, Bachelard fala que a admiração pelas imagens com a conseqüente satisfação imediata oferecida pelo fenômeno natural pode ser um obstáculo para a cultura científica. Por isso, Bachelard fala em observador *iludido*. Escapando do sentido do problema, este observador retira a mola do progresso. Desta maneira a experiência primeira é considerada o primeiro obstáculo epistemológico da formação do espírito científico (COSTA, 1998). Visando superar esse obstáculo que o uso da imagem pode proporcionar ao processo de aprendizagem o professor deve estar atento e consciente para fazer o uso dessa estratégia. Nesse sentido, o professor deve estar atento para a construção crítica de questionamentos que coloquem a imagem em questão em constante conflito. Bachelard aponta a necessidade em se afastar do que denomina de *pedagogia das aparências* e aproximar-se de um campo pedagógico problematizador e questionador. Isso é possível quando o professor ou pesquisador adota uma postura epistemológica vigilante e crítica, em que a história e a ciência interajam coerentemente. Basicamente deve-se delimitar os limites da representação apresentada ao aluno, de maneira que tal imagem não limite o conceito a ela designado.

O entrevistado L5 foi o único a mencionar estratégias como a experimentação e o uso de modelos:

*“[...] partiria do princípio do que seria um átomo e trazer experimentos, vídeos, o que fosse mais ilustrativo para os alunos entenderem [...] acho que utilizar aqueles modelinhos (kit molecular) é uma forma de deixar mais visual/palpável para o aluno sentir, tocar e imaginar (L5).*

Possibilidades de experimentação no ensino de modelos atômicos são escassas. Um exemplo de experimentação para o ensino deste tópico, é aquele em que são discutidas as cores dos diferentes sais, relacionadas aos saltos de energia. Pode-se também, quando se fala em experimentação e ensino de modelos atômicos, referir-se aos experimentos realizados por cientistas que propuseram as teorias atômicas. Uma abordagem inadequada desses experimentos pode dificultar a evolução no raciocínio do aluno, se apresentando como obstáculo à aprendizagem. Isso pode ocorrer pelo fato de os experimentos envolverem conceitos físicos mais complexos, em relação àqueles com os quais o aluno teve contato anteriormente. Outra observação quanto a isso, é o fato de que uma abordagem não problematizadora faz com que o aluno acabe achando que através de um único experimento todas as conclusões da teoria em questão derivam

deste experimento. Isso acaba atribuindo ao desenvolvimento científico um caráter contínuo, banalizando a construção científica e diminuindo o papel do erro no processo científico (BACHELARD, 1997).

#### 4.5 AS CONTRIBUIÇÕES DA FORMAÇÃO INICIAL

Quando questionados acerca das contribuições da formação inicial para o ensino dos modelos atômicos, o estágio supervisionado foi citado por alguns dos entrevistados:

*“Na questão do estágio, quando eu fiz os estágios 1, 2 e 3, eu fiz tudo no primeiro ano do ensino médio [...] O curso me ajudou mais no final (estágios), no início não” (P4).*

*“[...] de uma forma bem incipiente [...] eu aprendi foi mais de acordo com a minha pesquisa quando eu precisei na prática abordar isso no estágio” (L2).*

*“Acho que foi bem boa. No estágio, primeiro estágio, eu fiz no Instituto Estadual de Educação e aí essa professora do estágio trabalhou dessa forma, com as caixinhas, e daí depois quando eu fui para a sala de aula eu acabei usando também e aprimorei as outras partes dos outros experimentos. Mas eu acho que as disciplinas de ensino ajudaram bastante porque eles ajudavam a pensar em algumas coisas (disciplinas de ensino 1, 2, 3 e 4)” (P3).*

O entrevistado L1 faz menção a outra disciplina, mas que também foi insuficiente para preparar o licenciando para a abordagem deste conteúdo no ensino médio.

*“Sendo bem sincero, a menor. Em metodologia do ensino de química a gente aprende sobre os obstáculos epistemológicos e também pedagógicos, a gente entende como funciona cada um, mas como a disciplina é curta não tem como se aprofundar nisso” (L1).*

A disciplina de Metodologia para o Ensino de Química, mencionada por L1, pode ser um dos espaços na formação inicial destes participantes capazes de contribuir com discussões acerca desenvolvimento científico. Os entrevistados apontam ter um contato com a epistemologia de Bachelard na referida disciplina, o que pode auxiliar no ensino aprendizagem dos modelos atômicos.

Outro fato interessante para se destacar é o papel das Semanas Acadêmicas, promovidas pelo curso, na formação inicial destes licenciandos:

*“O curso em si diretamente não contribuiu tanto [...], mas a gente teve as semanas acadêmicas de química que tiveram alguns minicursos que contribuíram bastante, que ensinaram essa parte prática que o curso não tem. O que o curso não ofereceu... teve complemento dentro dessas semanas da química que ajudaram” (L5).*

Na maioria das falas dos professores atuantes, é também explicitada a baixa contribuição da formação inicial para a abordagem dos modelos atômicos na sala de aula, conforme mostra os enunciados a seguir:

*“Na verdade, sobre modelos atômicos nenhuma né, uma coisa que eu construí sozinha” (P1);*

*“Muito pouco, infelizmente, tive disciplinas (algumas poucas) que me ajudaram nessa questão, mas eu tive que buscar muita coisa por fora” (P2).*

*“Eu vou ser sincero que essa abordagem que eu faço agora é uma abordagem que pouco tem a ver com minha formação inicial” (P5).*

*“[...] ensino de um tópico de química, eu realmente tive de outros tópicos, mas esse especificamente eu acredito que o curso não contribuiu na parte do ensino” (L4).*

*“O curso de licenciatura ele tem a contribuir mais e eu acho que a gente precisa desenvolver mais assim essa parte de representação de modelos atômicos e principalmente pensando nesses links, nessas conexões entre conteúdos químicos. Então tem contribuído pouco na minha concepção” (L3).*

Nas ementas das disciplinas do curso de licenciatura em química, do qual os participantes foram ou estão sendo formados, não é encontrada nenhuma menção explícita aos estudos dos modelos atômicos. Na ementa da disciplina de Química Geral aponta-se: *“Desenvolvimento de conceitos fundamentais de química para o entendimento dos sistemas naturais e de processos simples”*, o que pode subentender que o estudo atômico esteja contido. As disciplinas de Ensino de Química I, II, III e IV tratam, respectivamente, do ensino de química inorgânica, analítica, orgânica e físico-química, mas nenhuma das quatro faz alguma menção aos modelos atômicos em sua ementa, mas também pode-se subentender que os modelos estão ali contidos, pois fazem parte das grandes áreas da química.

Alguns dos entrevistados citaram que tiveram contato com o ensino de modelos atômicos nas disciplinas de estágio supervisionado I, II e III. No entanto, é preciso considerar que o contato com esse tópico nos estágios se dá de forma aleatória, e nem todos os alunos têm esse contato, não podendo ser as únicas disciplinas em que ocorrem discussões acerca do seu ensino na sala de aula. Dessa maneira, seriam necessárias discussões envolvendo professores de diferentes disciplinas, de modo a melhor contemplar os diferentes conteúdos que necessitam ser abordados pelo professor na educação básica, assim como os modelos empregados nessa abordagem e aspectos relacionados à transposição didática.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos são os fatores que afetam o ensino e aprendizagem de modelos atômicos, e com esse estudo foi possível discuti-los, com o intuito de refletir sobre os problemas ligados ao ensino do tópico (e de ciências como um todo), na tentativa de contribuir para que sejam amenizados. O caráter histórico-científico do tópico ocupa um lugar de destaque no ensino e aprendizagem acerca do átomo pois toda a evolução dos conceitos da atomística possui um longo período de desenvolvimento, e com isso muita história.

Logo, de acordo com os vários pontos levantados neste estudo, uma abordagem adequada sobre a história e desenvolvimento dos conhecimentos científicos acerca do átomo se mostra essencial para minimizar os obstáculos no ensino e aprendizagem deste tópico. Essa adequada abordagem pode trazer mais significado à aprendizagem do conteúdo, facilitando a criação de relações do mesmo com outros conteúdos da química. Auxilia ainda na explicação sobre o papel dos modelos científicos na ciência, para que o aluno não tenha uma concepção simplista acerca do átomo, baseada na memorização, mas que o aluno tenha a noção da complexidade que existe por trás de cada avanço, por trás da história do desenvolvimento da ciência (neste caso do átomo). Esta concepção simplista não problematiza o desenvolvimento do conhecimento científico, mascarando suas rupturas, e tornando-o de caráter contínuo, segundo Bachelard.

Portanto, toda estratégia que visa minimizar problemas nessa esfera deve ter uma abordagem voltada a evitar práticas que desconsiderem discussões sobre aspectos histórico-científicos, mas que incentivem a reflexão sobre os mesmos. Tal abordagem problematizadora do tópico se faz relevante, pois quando ela não ocorre, surgem obstáculos epistemológicos, como a falsa noção de representação (visual), obstáculos animistas (atribuição de características animais a coisas inanimadas) e também obstáculos pedagógicos, ligado à dificuldade do professor de perceber a dificuldade do aluno.

É notória a importância do papel do professor no ensino e aprendizagem dos modelos atômicos. No entanto, outros fatores ainda implicam na qualidade do processo de ensino aprendizagem deste tópico, dentre eles o contexto em que o professor está inserido. No caso do presente estudo foram apontados problemas como a infraestrutura escolar e a questão da alta carga horária atribuída ao professor. Tais fatores devem ser sempre levados em consideração, quando se decide tomar atitudes visando melhorar o ensino de química.

O conhecimento acerca dos modelos atômicos é de suma importância para o ensino de química como um todo, pois tudo está relacionado a ele. Consequentemente uma profunda reflexão sobre os fatores relacionados ao ensino e aprendizagem do tópico e suas relações é necessária, pois tais fatores vão desde a maneira com que o professor aplica uma estratégia de ensino, aborda um conceito, contextualiza um conhecimento até a realidade profissional do professor e sua formação inicial e carreira profissional.

De modo geral, a qualidade do ensino e aprendizagem de modelos atômicos está diretamente ligada à abordagem escolhida pelo professor. Sendo assim cabe aos docentes refletirem sobre suas práticas e metodologias para que se criem, em aula, ambientes crítico-reflexivos, de modo que as estratégias de ensino empregadas não se tornem obstáculos e possam realmente contribuir para uma melhora do processo de ensino e aprendizagem. Também é necessário que os professores e futuros professores tenham presente em sua formação inicial tais discussões acerca da história e filosofia da ciência aplicada ao ensino de ciências como um todo. E por fim, que tais abordagens levem em consideração a realidade profissional dos professores e a infraestrutura da escola, para que se possam ser criadas ações mais significativas.

## 7. REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, **1997**.

BACHELARD, G. A epistemologia. Lisboa: O saber da filosofia, **2006**.

BASSO, I. S. Significado e sentido do trabalho docente. Campinas, Caderno Cedes, v. 19, n. 44, abr. **1998**.

BENEDETTI, E. F.; FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI, L. P. S.; CRAVEIRO, J. A. Palavras Cruzadas como Recurso Didático no Ensino de Teoria Atômica. Quím. N. na Escola, v. 31, n. 2, **2009**.

BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M.; FILHO, S. M. S. Cibercultura em Ensino de Química: Elaboração de um Objeto Virtual de Aprendizagem para o Ensino de Modelos Atômicos. Química Nova na Escola, v. 33, n. 2, **2011**.

BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, KnoppSari. Investigação qualitativa em Educação. Portugal: Porto Editora, **1994**.

BONI, V., QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC, v. 2, n. 1, p. 68-80, **2005**.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2016.

BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias / Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Brasília: MEC; SEMTEC, **2002**.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, SECRETÁRIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, **1999**.

CÁSSIO, F. L.; CORDEIRO, D. S.; CORIO, P.; FERNANDEZ, C. O protagonismo subestimado dos íons nas transformações químicas em solução por livros didáticos e estudantes de química. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 11, n. 3, p. 595-619, **2012**.

CHAGAS, A. P. Os noventa anos de Les Atomes. Química Nova na Escola, n. 17, **2003**.

CHASSOT, A. Sobre prováveis modelos de átomos. Química Nova na escola. N.3, maio, **1996**.

CHAVES, L. M. M. P., SANTOS, W. L. P., CARNEIRO, M. H. S. História da Ciência no Estudo de Modelos Atômicos em Livros Didáticos de Química e Concepções de Ciência. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 4, p. 269-279, **2014**.

CHITTLEBOROUGH, G.; TREAGUST, D. F. The modeling of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. *Chemistry Education: Research and Practices*, v.8, n. 3, p. 274-292, **2007**.

COSTA, R. C. Os obstáculos epistemológicos de Bachelard e o ensino de Ciências. *Cad. Educ. FaE/UFPel, Pelotas* (11):153-167, jul./dez. **1998**.

DUTRA, A. A. O ensino de modelos atômicos por meio de metodologias ativas. 2019. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, **2019**.

ESTERLING, K. M.; BARTELS, L. Atoms-First Curriculum: A Comparison of Student Success in General Chemistry. *J. Chem. Educ.* 90, 1433–1436, **2013**.

FÁVERO, A. A.; CONSALTÉR, E. Bachelard e a negação à pedagogia das aparências: proposições para a construção de uma pedagogia científica. *Espacios en blanco. Serie indagaciones, Tandil*, v. 27, n. 2, p. 273-288, **2017**.

FERREIRA, L. M. Atomismo: Um resgate histórico para o Ensino de Química. 2013. 172 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, **2013**.

FILGUEIRAS, C. A. L. Duzentos Anos da Teoria Atômica de Dalton. *Química Nova*, n. 20, **2004**.

FONSECA, Dirce Mendes da. A pedagogia científica de Bachelard: uma reflexão a favor da qualidade da prática e da pesquisa docente. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v.34, n.2, p. 361-370, maio/ago. **2008**.

FRANÇA, A. C. G.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. Estrutura Atômica e Formação dos Íons: Uma Análise das Ideias dos Alunos do 3º Ano do Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 4, **2009**.

GATTO, M. A. SUART JÚNIOR, J. B.; STANZANI, E. de L. Subsídios histórico-filosóficos para o ensino do modelo atômico de Dalton. *ACTIO, Curitiba*, v. 2, n. 1, p. 376-400, jan./jul. **2017**. Disponível em: Acesso em: 19 de março de 2021.

GIESBRECHET, E. O desenvolvimento do ensino de química (depoimentos). *Estudos Avançados*, v. 8, n. 22, p. 115-122, **1994**.

HAGUETTE, Teresa Maria Frota. *Metodologias qualitativas na Sociologia*. 5ª edição. Petrópolis: Vozes, **1997**.

HENNING, G. J. *Metodologia do Ensino de Ciências*. Porto Alegre: Mercado Aberto, **1994**.



- JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: a changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, v. 70, n. 9, p. 701-705, **1993**.
- LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. *Revista espaço acadêmico*, nº 136, setembro, **2012**.
- LÔBO, S. F. O ensino de química e a formação inicial do educador químico, sob o olhar bachelardiano. *Ciênc. Educ. (Bauru)*, v. 14, n. 1, **2008**.
- LOPES, A. R. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química. *Química Nova*, v. 1, n. 3, p. 254-261, **1992**.
- LOPES, A. R. C. Conhecimento Escolar: quando as Ciências se transformam em Disciplinas. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro, Faculdade de Educação, UFRJ, **1996**.
- MASKILL, R. e JESUS, H.P. Asking model questions. *Education in Chemistry*, v. 32, n. 5, p. 132-134, **1997**.
- MELEIRO, A., GIORDAN, M. Hipermídia no ensino de modelos atômicos. *Química Nova na Escola*, n. 10, **1999**.
- MELO, L. W. S. A incomunicabilidade entre história da ciência e conteúdo no currículo de química do ponto de vista da epistemologia de Bachelard. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 11, n. 3, **2018**. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/6911>. Acesso em: 24 de março, 2021.
- MELO, M.R. Estrutura atômica e ligações química – uma abordagem para o ensino médio. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, **2002**.
- MELO, M. R., LIMA, E. G. N. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 2, p. 112-122, **2013**.
- MELONI, R. A., VIANA, H. E. B. O ensino de Química no Brasil e os debates sobre o atomismo: um estudo dos programas da educação secundária (1850-1931). *Química Nova*, v. 39, n. 1, p. 46-51, **2017**.
- MINAYO, M.C.S.(Org) Pesquisa Social; Teoria Método e Criatividade. 29ª Ed. Petrópolis: Vozes, **2010**.
- MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilidade pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, São Paulo, v.9, n.2, p. 191-211, **2003**.
- MORTIMER, E. F. Concepções atomistas dos estudantes. *Química Nova na Escola*, n. 1, **1995**.
- MORTIMER, E. F. Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de química: mudança conceitual e perfil epistemológico. *Química Nova*, 15 (3): 242-249. **1992**.

NAVARRO, M., FÉLIX, M., MILARÉ, T. A História da Química em livros didáticos do Ensino Médio. Revista Ciência, Tecnologia e Ambiente, v. 1, n. 1, p. 55-61, **2015**.

NERY, A. L. P., FERNANDEZ, C. Fluorescência e Estrutura Atômica: Experimentos Simples para abordar o Tema. Química Nova na Escola, n. 19, **2004**.

OKI, M. C. M. O congresso de Karlsruhe e a busca de consenso sobre a realidade atômica no século XIX. Química Nova na Escola, n. 26, **2007**.

OLIVEIRA, C. F., MARCOM, G. S., GEBARA, M. J. F., KLEINKE, M. U. Contextualização e Desempenho em exames de Ciências da Natureza: O “Novo Enem”. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC, Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de **2013**.

OLIVEIRA, S. F., MELO, N. F., SILVA, J. T., VASCONCELOS, E. A. Softwares de Simulação no Ensino de Atomística: Experiências Computacionais para Evidenciar Micromundos. Química Nova na Escola, v. 35, n. 3, p. 147-151, **2013**.

PEREIRA, L. S.; SILVA, J. L. P. B. Uma História do Antiatomismo: Possibilidades para o Ensino de Química. Química Nova na Escola, Vol. 40, Nº 1, p. 19-24, **2018**.

POZO, R. M. Prospect teachers’s ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter. International Journal of Science Education, v. 23, n.4, p. 353-371, **2001**.

PRATES, M. S. L. J.; SIMÕES, J. E. N. Situações-problema como estratégia didática para o ensino dos Modelos Atômicos. Rev. B. de Ensino de Ciência e Tec., v. 8, n. 2, 181-201, **2015**.

QUADROS, A. L.; CERQUEIRA, A. P. L.; SILVA, C. G. B.; CRUZ, F. F.; SILVA, V. D. Os professores de química relatando problemas enfrentados na profissão. Contexto e Educação, Ijuí, n. 76, p. 77-93, **2006**.

RAMOS, T. C.; MOZZER, N. B. Análise do Uso da Analogia com o “Pudim de Passas” Guiado pelo TWA no Ensino do Modelo Atômico de Thomson: considerações e recomendações. Química Nova na Escola, 40, n.2, p. 106-115, **2018**.

RIBEIRO, W. H. F.; MESQUITA, J. M. Um olhar reflexivo sobre a realidade das aulas de química em uma escola pública cearense. Revista Essentia, Sobral, v. 13, n.2, p. 165-183, **2012**.

RINK, J.; MEGID NETO, J. Tendências dos artigos apresentados nos Encontros de Pesquisa em Educação Ambiental (EPEA). Educ. rev., v. 25, n. 3, p. 235-263, **2009**.

ROMANELLI, L. I. O papel mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem no conceito átomo. Química Nova na Escola, n. 3, **1996**.

SANTOS, W. P. e MALDANER, O. Ensino de Química em Foco. Brasília: Ed. Unijuí, **2010**.

SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. dificuldades da generalização das estratégias de modelação em ciências: o caso da Física e da Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, [S.l.] n. 1, v. 4, **2005**.

SILVA, G. R., MACHADO, A. H., SILVEIRA, K. P. Modelos para o Átomo: Atividades com a Utilização de Recursos Multimídia. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 2, p. 106-111, **2015**.

SILVA, N. S., FERREIRA, A. C., SILVEIRA, K. P. Ensino de Modelos para o Átomo por Meio de Recursos Multimídia em Uma Abordagem Investigativa. *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 2, p. 141-148, **2016**.

SOUZA, A. G. L. de; CARDOSO, S. P. Uma abordagem lúdica para trabalhar teoria atômica no ensino fundamental. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 15, n. 2, 229-246, **2020**.

SOUZA, V.C.A.; JUSTI, R.S. e FERREIRA, P.F.M. Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Rutherford-Bohr: uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 11, p. 7-28, **2006**.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. O átomo e a tecnologia. *Química Nova na Escola*, n. 3, **1996**.

VIANA, H. E. B., PORTO, P. A. O processo de elaboração da Teoria Atômica de John Dalton. *Química Nova na Escola*, n. 7, **2007**.

VIANA, Hélio Elael Bonini. A construção da teoria atômica de Dalton como estudo de caso - e algumas reflexões para o ensino de química. 2007. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, **2007**.

VIDAL, Paulo Henrique Oliveira. A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. 2009. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, **2009**.

## APÊNDICE 1

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**Pesquisador responsável:** Pedro Augusto Marocco Moro

**Contato:** [pedro.ufsc.qmc@gmail.com](mailto:pedro.ufsc.qmc@gmail.com)

**Informações sobre a pesquisa:** O projeto “Obstáculos e possibilidades para o ensino-aprendizagem de modelos atômicos na perspectiva de professores em formação inicial e atuantes” tem como objetivos: identificar os principais obstáculos para o ensino-aprendizagem de modelos atômicos e alternativas favoráveis à sua compreensão, na perspectiva de professores em formação inicial e atuantes.

Os resultados dessa experiência serão de grande importância para a pesquisa no campo de Educação em Ciências. Assim, pedimos sua autorização para que os dados da entrevista que será realizada sejam utilizados como objeto de estudo. Cabe ressaltar que, embora as intervenções propostas inevitavelmente exponham os participantes e suas concepções e possam representar algum tipo de desconforto ou constrangimento para os mesmos, serão tomados todos os cuidados necessários de modo a gerar o mínimo de risco ao participante, cuja identidade será mantida em sigilo.

---

Pedro Augusto Marocco Moro

---

Orientadora: Prof. Dra. Luciana Passos Sá

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, estudante do Curso de Licenciatura em Química da UFSC, tendo recebido as informações acima, e ciente dos meus direitos, concordo em participar da referida pesquisa, bem como ter:

1. A garantia de receber todos os esclarecimentos sobre o desenvolvimento da pesquisa podendo afastar-me a qualquer momento, assim que desejar.
2. A segurança plena de que não serei identificado, mantendo o caráter oficial da informação, assim como está assegurado que a pesquisa não acarretará nenhum prejuízo individual ou coletivo.
3. A segurança de que não terei nenhum tipo de despesa material ou financeira durante o desenvolvimento da pesquisa, bem como que esta pesquisa não causará nenhum tipo de dano físico, ou mesmo constrangimento moral e ético.
4. A garantia de que toda e qualquer responsabilidade nas diferentes fases da pesquisa é dos pesquisadores, bem como fica assegurado que haverá ampla divulgação dos resultados finais nos meios de comunicação e nos órgãos de divulgação científica em que a mesma seja aceita.

5. A garantia de que todo material resultante será usado exclusivamente para a construção da pesquisa e ficará sob guarda dos pesquisadores.

Tendo ciência do exposto acima, desejo participar da pesquisa.

Florianópolis, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de 2021.

---

Assinatura do Participante

## APÊNDICE 2

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**Pesquisador responsável:** Pedro Augusto Marocco Moro

**Contato:** [pedro.ufsc.qmc@gmail.com](mailto:pedro.ufsc.qmc@gmail.com)

**Informações sobre a pesquisa:** O projeto “Obstáculos e possibilidades para o ensino- aprendizagem de modelos atômicos na perspectiva de professores em formação inicial e atuantes” tem como objetivos: identificar os principais obstáculos para o ensino- aprendizagem de modelos atômicos e alternativas favoráveis à sua compreensão, na perspectiva de professores em formação inicial e atuantes.

Os resultados dessa experiência serão de grande importância para a pesquisa no campo de Educação em Ciências. Assim, pedimos sua autorização para que os dados da entrevista que será realizada sejam utilizados como objeto de estudo. Cabe ressaltar que, embora as intervenções propostas inevitavelmente exponham os participantes e suas concepções e possam representar algum tipo de desconforto ou constrangimento para os mesmos, serão tomados todos os cuidados necessários de modo a gerar o mínimo de risco ao participante, cuja identidade será mantida em sigilo

---

Pedro Augusto Marocco Moro

---

Orientadora: Prof. Dra. Luciana Passos Sá

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, professor egresso do Curso de Licenciatura em Química da UFSC, tendo recebido as informações acima, e ciente dos meus direitos, concordo em participar da referida pesquisa, bem como ter:

1. A garantia de receber todos os esclarecimentos sobre o desenvolvimento da pesquisa podendo afastar-me a qualquer momento, assim que desejar.
2. A segurança plena de que não serei identificado, mantendo o caráter oficial da informação, assim como está assegurado que a pesquisa não acarretará nenhum prejuízo individual ou coletivo.
3. A segurança de que não terei nenhum tipo de despesa material ou financeira durante o desenvolvimento da pesquisa, bem como que esta pesquisa não causará nenhum tipo de dano físico, ou mesmo constrangimento moral e ético.
4. A garantia de que toda e qualquer responsabilidade nas diferentes

fases da pesquisa é dos pesquisadores, bem como fica assegurado que haverá ampla divulgação dos resultados finais nos meios de comunicação e nos órgãos de divulgação científica em que a mesma seja aceita.

5. A garantia de que todo material resultante será usado exclusivamente para a construção da pesquisa e ficará sob guarda dos pesquisadores.

Tendo ciência do exposto acima, desejo participar da pesquisa.

Florianópolis, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2021.

---

Assinatura do Participante