



UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
CENTRO DE CIÊNCIAS INTEGRADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGECIM

Marcos Wilson Vicente de Assis

O ensino de teoria atômica no curso de licenciatura em Química da Universidade Federal do
Norte do Tocantins: articulações entre TDICs e obstáculos epistemológicos

Araguaína/TO

2025

MARCOS WILSON VICENTE DE ASSIS

O ensino de teoria atômica no curso de licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins: articulações entre TDICs e obstáculos epistemológicos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), Centro de Ciências Integradas (CCI), como requisito à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Tomaz Barbosa.

Araguaína/TO

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Geração de Ficha Catalográfica SGFC-UFNT
Gerado automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A848e ASSIS, Marcos Wilson Vicente de.

O ensino de teoria atômica no curso de licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins: articulações entre TDICs e obstáculos epistemológicos / Marcos Wilson Vicente de ASSIS. - Centro de Ciências Integradas - CCI, TO, 2025.
111 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) (Pós-Graduação - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - PPGecim) -- Universidade Federal do Norte do Tocantins, 2025.

Orientador: Alessandro Tomaz Barbosa.

1. Ensino de Ciências. 2. Obstáculos epistemológicos. 3. Formação de professores de ciências.

CDD 372.7

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizada desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.


MARCOS WILSON VICENTE DE ASSIS

**O ENSINO DE TEORIA ATÔMICA NO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS: ARTICULAÇÕES
ENTRE TDICS E OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática foi avaliada para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 14 /04 /2025


Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **ALESSANDRO TOMAZ BARBOSA**
Data: 17/04/2025 10:09:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Alessandro Tomaz Barbosa, (PPGecim/UFNT) - Orientador

Documento assinado digitalmente
 **JOSEILSON ALVES DE PAIVA**
Data: 17/04/2025 09:42:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Joseilson Alves de Paiva, (PPGecim/UFNT) - Examinador Interno

Documento assinado digitalmente
 **ASSICLEIDE DA SILVA BRITO**
Data: 16/04/2025 16:54:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Assicleide da Silva Brito, (UEFS) - Examinadora Externa

Araguaína, 14 de abril de 2025

*Dedico este trabalho à minha mãe, professora
e mulher virtuosa.*

AGRADECIMENTOS

Considerando-se que ninguém chega a lugar algum sozinho, escrevo alguns parágrafos para demonstrar minha gratidão a pessoas que contribuíram para que eu pudesse alcançar meus objetivos.

Agradeço a Deus por sempre estar comigo ao longo desta caminhada; pelo sacrifício na cruz que me trouxe a paz; pelo sangue derramado para o perdão dos nossos pecados. Sem o SENHOR eu não teria chegado tão longe. Obrigado!

À Sirany Vicente da Silva, minha mãe, que lutou para criar dois filhos. Acredito que não poderia expressar em palavras o quanto a amo e quero bem. Uma pessoa que sempre batalhou para alcançar seus objetivos. Fica meu obrigado por ser uma fonte de inspiração, a pessoa que me escutou nos momentos da bonança e naqueles de maior dificuldade.

À minha avó Divina Alves da Silva e meu avô Ivani Vicente da Silva, vocês são, de certa forma, a razão da minha luta. Em meio ao turbilhão de situações que minha mãe precisou encarar, vocês sempre estiveram presentes na minha vida, ensinando os bons valores, mostrando o caminho correto a ser seguir. Acredito que são, de fato, como pais para mim. E exemplos melhores, sinceramente, não poderia haver.

Ao meu irmão, João Paulo Vicente de Assis, apesar de nossas divergências, nosso companheirismo e união sempre proporcionaram bons diálogos sobre os mais variados temas, um procurando aconselhar o outro e tentando compreender melhor um ao outro. Porque o ser humano, por vezes, não se trata de algo simples, mas muito complexo. No entanto, acredito que o simples fato de você me ouvir sempre foi de grande valia.

Aos meus discentes da disciplina de Introdução à Química do Curso de Licenciatura em Química da UFNT (Universidade Federal do Norte do Tocantins) por suas contribuições valiosas para o presente estudo. Além disso, minha gratidão também aos docentes do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGecim).

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alessandro Tomaz Barbosa, sou grato por todas as orientações, conselhos e diálogos que possibilitaram meu aperfeiçoamento acadêmico e profissional. Além disso, gostaria de agradecer por sua compreensão nos momentos mais difíceis da minha trajetória como Mestrando.

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo analisar os obstáculos epistemológicos no ensino da teoria atômica no Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), mediado pelas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs). De forma mais específica: Identificar as concepções dos discentes do curso de Química da UFNT sobre o uso das tecnologias digitais da informação e comunicação no ensino da teoria atômica; Investigar os limites e dificuldades que os estudantes do Curso de Química da UFNT apresentam ao se deparar com aulas sobre teoria atômica em que se faz uso das TDICs; Analisar os obstáculos epistemológicos no ensino da teoria atômica no Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT); Discutir as possibilidades e contribuições das articulações entre a identificação dos obstáculos epistemológicos e do uso das TDICs no ensino da teoria atômica. O foco da investigação foram os discentes do curso de Licenciatura em Química do Centro de Ciências Integradas, Campus de Araguaína, da UFNT. Metodologicamente se trata de uma pesquisa com abordagem qualitativa. Como estratégias para coleta de informações se fez uso de questionário (composto por perguntas abertas e fechadas) e através da realização da Sequência Didática (SD) intitulada “A teoria atômica mediada pelas TDICs”. Para os fins do presente estudo optou-se por se valer da Análise de Conteúdo embasada em Bardin (2018). Como resultados percebemos a presença do obstáculo verbal (aquele que foi evidenciado na fala dos acadêmicos). Além disso, notou-se que o uso de analogias é bem conhecido pelos discentes e futuros professores, sendo citadas principalmente a da “bola de bilhar” e do “pudim de passas”. Ainda, partindo da visão dos estudantes, notou-se que muitos citaram como possibilidades para uso das TDICs: vídeos, slides, YouTube. Desse modo, observamos que os estudantes ainda possuem considerável dificuldade para associar efetivamente a tecnologia e seus possíveis usos para o ensino de química, fornecendo respostas diretas e com pouco caráter crítico. Ainda foi possível observar alguns limites/dificuldades e obstáculos epistemológicos que os estudantes do Curso de Química da UFNT apresentam ao se deparar com aulas sobre teoria atômica em que se faz uso das TDICs. Desse modo, observou-se relatos que demonstram a necessidade de investimentos na infraestrutura do ensino público para efetivação do uso das TDICs. Também analisamos/discutimos, por meio da realização de uma SD, possibilidades/contribuições dos obstáculos epistemológicos e do uso das TDICs no ensino da teoria atômica e refletimos sobre o uso dos recursos digitais no ensino de química. Por fim, acredita-se que mais pesquisas sejam necessárias para a compreensão dos impactos tanto do uso de analogias como de TDICs para o ensino da teoria atômica. Como perspectiva de trabalhos futuros, uma possibilidade seria uma investigação mais aprofundada sobre o uso dos Recursos Educacionais Digitais. Ainda, o potencial de se analisar os mesmos impactos na educação básica merece destaque, considerando-se que os acadêmicos que chegam ao ensino superior, trazem uma bagagem consigo que é fruto de mais de uma década de aprendizagem de sua trajetória na referida etapa de ensino.

Palavras-chave: Educação superior. Ensino de Ciências. Obstáculos epistemológicos. Formação de professores de ciências.

ABSTRACT

This research aimed to analyze the epistemological obstacles in the teaching of atomic theory in the Chemistry Undergraduate Program at the Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), mediated by Digital Information and Communication Technologies (DICTs). More specifically: To identify the conceptions of UFNT Chemistry students regarding the use of digital information and communication technologies in teaching atomic theory; To investigate the limitations and difficulties faced by Chemistry students at UFNT when faced with classes on atomic theory that use ICTs; to analyze the epistemological obstacles in the teaching of atomic theory in the Chemistry Degree Program at the Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT); to discuss the possibilities and contributions of the connections between the identification of epistemological obstacles and the use of ICTs in the teaching of atomic theory.. The focus of the investigation was on students in the Chemistry Undergraduate Program at the Center for Integrated Sciences, Araguaína Campus, UFNT. Methodologically, this is a qualitative research approach. The data collection strategies used were a questionnaire (composed of open-ended and closed-ended questions) and the Teaching Sequence (DS) entitled "Atomic Theory Mediated by ICTs." For the purposes of this study, we chose to use Content Analysis based on Bardin (2018). The results revealed the presence of a verbal barrier (evidenced in the students' statements). Furthermore, we noted that the use of analogies is well known to students and future teachers, with the "billiard ball" and "raisin pudding" being particularly cited. Furthermore, based on the students' perspective, many cited videos, slides, and YouTube as possibilities for using ICTs. Thus, we observed that students still have considerable difficulty effectively associating technology with its potential uses for chemistry teaching, providing direct and uncritical responses. We also observed some limitations, difficulties, and epistemological obstacles that UFNT Chemistry students face when faced with atomic theory classes that use DICTs. Thus, we observed reports that demonstrate the need for investments in public education infrastructure to effectively use DICTs. We also analyzed and discussed, through a DS, the possibilities and contributions of epistemological obstacles and the use of DICTs in teaching atomic theory and reflected on the use of digital resources in chemistry education. Finally, we believe that further research is needed to understand the impacts of both the use of analogies and DICTs in teaching atomic theory. One possibility for future work would be a more in-depth investigation of the use of Digital Educational Resources. Furthermore, the potential to analyze the same impacts on basic education deserves to be highlighted, considering that academics who reach higher education bring with them a wealth of knowledge that is the result of more than a decade of learning from their trajectory in that stage of education.

Keywords: Higher education. Science teaching. Epistemological obstacles. Science teacher training.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Tempestade de ideias.....	61
Gráfico 1	Quantidade de trabalhos completos publicados conforme a área das ciências da natureza.....	28
Quadro 1	Total de artigos por base de dados.....	30
Quadro 2	Total de artigos por base de dados.....	37
Quadro 3	Etapas da Sequência Didática.....	48
Quadro 4	Categoria inicial: TDICs.....	53
Quadro 5	O uso de analogias para o ensino de Química.....	54
Quadro 6	A analogia conhecida como “pudim de passas” ou “pudim de ameixas” do átomo.....	56
Quadro 7	Conceitos trabalhados no ensino de Química através de analogias.....	57
Quadro 8	Respostas obtidas da pergunta 13.....	58
Quadro 9	Momentos da Sequência Didática	59
Quadro 10	Categoria inicial: Átomo.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Edição do evento e quantidade de trabalhos completos publicados sobre as TDICs.....	24
Tabela 2	Quantidade de trabalhos completos publicados sobre as TDICs conforme a Unidade Federativa.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Análise de Conteúdo
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
LD	Livro Didático
OAs	Objetos de Aprendizagem
PPGECIM	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática
REDs	Recursos Educacionais Digitais
Scielo	Scientific Electronic Library Online
TDICs	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFNT	Universidade Federal do Norte do Tocantins
UFT	Universidade Federal do Tocantins

SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO.....	14
1	INTRODUÇÃO.....	16
1.2	Objetivos.....	18
2	TDICS E OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: INVESTIGANDO O ENSINO DA TEORIA ATÔMICA.....	20
2.1	TDICs na educação em Ciências: Mapeamento de trabalhos publicados nos Anais do ENPEC.....	21
2.2	TDICs na educação em Ciências: Mapeamento de trabalhos publicados no Portal de Periódicos da CAPES e do Scientific Electronic Library Online (SciELO).....	29
2.3	Teoria atômica no ensino de química: modelos, analogias e obstáculos epistemológicos.....	36
3	METODOLOGIA.....	47
3.1	Cenário de pesquisa e sujeitos da pesquisa.....	47
3.2	Instrumentos de coleta de dados.....	47
3.3	Análise de conteúdo.....	48
4	TDICS E OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS NO ENSINO DE TEORIA ATÔMICA NA FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE QUÍMICA DA UFNT.....	52
4.1	Concepções de TDICs.....	52
4.2	Analogias no ensino de Química.....	56
4.3	Obstáculos epistemológicos e teoria atômica na formação do professor de Química.....	59
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71

REFERÊNCIAS.....	73
APÊNDICES.....	81
ANEXOS.....	108

APRESENTAÇÃO

Neste trabalho, realizamos um estudo sobre os obstáculos epistemológicos no ensino da teoria atômica no Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), mediado pelas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs). A motivação inicial em desenvolver essa pesquisa surgiu durante minha formação acadêmica (2016-2020) na Universidade Federal do Tocantins (UFT), campus Cimba – Araguaína, durante a disciplina de Metodologia da Pesquisa em Educação, onde foi solicitado o desenvolvimento de um pré-projeto de pesquisa.

Assim, com essa intenção, busquei refletir sobre minha formação na educação básica (ensino fundamental e médio) e um fato que me chamava atenção era a proibição do uso do celular em sala de aula, conforme o Art. 1 da Lei nº 2075, de 6 de julho de 2009: “É proibida a utilização de aparelhos de telefonia celular dentro das salas de aula dos estabelecimentos de ensino da rede pública.” (Tocantins, 2009). Ainda, em seu parágrafo único salienta que “Os aparelhos celulares deverão ser mantidos desligados, enquanto as aulas estiverem sendo ministradas.” (Tocantins, 2009).

Assim, comecei a pesquisar referenciais para construção da minha revisão de literatura e observei que já existia uma discussão sobre o uso do celular e outras ferramentas tecnológicas como recursos com fins pedagógicos. Por isso, meu interesse em analisar quais as motivações que levam as instituições de ensino a proibirem o uso dos dispositivos tecnológicos (especialmente o celular) começou a crescer.

Desse modo, desde o início da minha formação acadêmica, interessei-me pela área de ensino, ingressando no Programa de Residência Pedagógica/UFT/CAPES, como residente do Subprojeto: Química - UFT, Campus de Araguaína-TO, no período de 01 de agosto de 2018 a 31 de janeiro de 2020. A participação nesse programa resultou nas primeiras produções de trabalhos, destacando-se o artigo “Elaboração e aplicação de um jogo didático para o ensino de ligações químicas: uma intervenção da residência pedagógica”, publicado na Desafios – Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins.

Além disso, também pude realizar a apresentação de trabalhos em eventos como o II Seminário Institucional Descentralizado do Programa Residência Pedagógica - UFT, realizado no dia 09 de dezembro de 2019, no campus de Araguaína. Outro importante evento que participei durante a minha formação inicial foi a Semana Virtual de Química da UFT 2020 realizada no período de 24 a 26 de junho de 2020.

Mediante essas experiências, despertou-me o interesse em participar da seleção para ingresso no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) com o projeto “Recursos Educacionais Digitais (REDs) na Perspectiva dos Estudantes das Escolas de Araguaína-TO: Limitações e Possibilidades”. Assim, continuei acreditando que a relação entre o uso da tecnologia em sala de aula e sua proibição deveria ser alvo de reflexões mais aprofundadas.

Em 2022, ingressei no PPGECIM. Foi nesse programa de pós-graduação que, ao cursar a disciplina de Epistemologia da Ciência, tive meus primeiros contatos com a visão epistemológica de Bachelard, especialmente com a noção de obstáculos epistemológicos. Logo, notei a possibilidade de ampliar a discussão sobre o uso das ferramentas tecnológicas, partindo dos obstáculos epistemológicos presentes no ensino da teoria atômica, tomando, contudo, como ponto de partida a visão dos estudantes.

Atualmente, como professor concursado da rede pública de ensino do estado do Tocantins desde fevereiro de 2024, tenho tido a oportunidade de lidar diretamente com esta questão. Com base nessa experiência, afirmo que se trata de um processo desafiador. Pois, ao mesmo tempo que o uso do celular é proibido (Tocantins, 2009), tenho de pensar em meios de fazer uso dos recursos tecnológicos físicos e virtuais (data show, Chromebook, simuladores, entre outros).

Neste sentido, a minha observação possibilita dizer que os estudantes apresentam ainda uma certa dificuldade na compreensão sobre como o celular e outros dispositivos tecnológicos podem ser de grande utilidade para seu aprendizado. Por vezes, o mesmo discente que faz uso de seu smartphone para acessar redes sociais não consegue fazer uso de um Chromebook ou outros recursos educacionais. É algo que chama a atenção, considerando que eles vivem em uma geração constantemente caracterizada pelo uso das mais diversas tecnologias. Diante disso, torna-se relevante investigar de que forma as TDICs podem ser articuladas ao ensino de conceitos fundamentais, como a teoria atômica, especialmente quando se considera a presença de obstáculos epistemológicos que podem dificultar o processo de aprendizagem. Essa é justamente a proposta desta pesquisa: analisar e compreender como tais articulações podem favorecer uma prática pedagógica mais significativa no curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins.

1 INTRODUÇÃO

As discussões em torno de um novo modelo para o ensino têm se intensificado, desejando-se romper com a conhecida interação transmissor-receptor (ainda muito comum no Brasil e em outros países. Assim, busca-se estabelecer uma nova visão de ensino, na qual o estudante é protagonista na construção do seu conhecimento. A tecnologia e a experimentação são apontadas, por vezes, como possibilidades para que isto se concretize (Abrão; Adamatti, 2015; Caetano, 2015).

Nesse sentido, considerando-se a utilização da tecnologia como uma possibilidade no processo de ensino, a literatura menciona as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) (Grossi; Fernandes, 2014; Moraes; Gonçalves; Bergmann, 2018). Desse modo, é relevante definir-se os dois termos, as TICs em conjunto com as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) podem ser compreendidas como toda gama de tecnologias que envolvem a informação e comunicação entre pessoas (Grossi; Fernandes, 2014). Sendo que “[...] a principal diferença entre elas é que nas TDICs as tecnologias são digitais” (Grossi; Fernandes, 2014, p. 49).

A esse respeito, pode-se afirmar que a tecnologia desempenha um papel extremamente relevante para a sociedade no cotidiano, sendo a responsável por muitas facilidades existentes na atualidade. Os discentes estão sempre absorvendo mais saberes sobre esta área, a escola, no entanto, ainda se encontra distante desta realidade, não costumando abranger nos currículos as inovações da tecnologia (Abrão; Adamatti, 2015; Sobreira; Viveiro; D'abreu, 2018).

Contudo, durante a pandemia global da Covid-19 (Coronavirus Disease 2019), a tecnologia se mostrou como uma das poucas possibilidades para continuidade das aulas de estudantes em todos os níveis do ensino. Ainda que diversos problemas tenham surgido, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) foram fundamentais para garantir a continuidade do processo de ensino e aprendizagem durante esse período difícil (Alencar; Lucena; Sousa, 2021).

De forma nunca vista, tecnologias, dispositivos e redes, fixos e móveis, tornaram-se prioridade no panorama mundial acadêmico, como forma de conduzir ações de ensinar e aprender de maneira remota.

Assim, do dia para a noite, educadores e aprendizes foram retirados de sala de aula física e precisaram migrar para contextos virtuais, por meio de aplicativos, plataformas e mídias, com o objetivo de minimizar perdas pedagógicas devido à interrupção das atividades presencialmente desenvolvidas (Garcia, 2020, p. 25).

Além disso, em certa medida, o uso das TICs também representou uma ruptura no sistema vigente, uma vez que, todos os profissionais envolvidos na educação precisaram se adaptar — o mesmo ocorrendo em relação aos estudantes. Deste modo, pode-se afirmar até que houve uma saída (mesmo que breve) do modelo tradicional e forçou-se uma outra modalidade de mediação e interação com os discentes (Alencar; Lucena; Sousa, 2021).

Desta maneira, o impacto gerado pelo contexto pandêmico foi tão significativo, que muitos profissionais — ainda que não se possa afirmar se são a maioria no Brasil — já se mostraram dispostos, mesmo após o retorno das atividades presenciais a continuar utilizando as TICs (Rosa; Santos; Souza, 2021).

Sob essa perspectiva, é válido ressaltar que a Química é uma Ciência em três níveis: macroscópico, microscópico e representacional (Pauletti; Rosa; Catelli, 2014; Johnstone, 2000). Assim, nosso interesse está no micro, que pode ser compreendido como aquele que “[...] diz respeito aos movimentos e arranjos de moléculas, átomos e partículas” (Pauletti; Rosa; Catelli, 2014, p. 124).

Consequentemente, o estudo da teoria atômica continua tendo um lugar de destaque nas salas de aula de ensino médio e do Curso de Química. Pois, por vezes, é tomado como ponto de partida para melhor entendimento dos demais conceitos. E, considerando-se o grau de abstração que esse assunto possui, é muito comum a utilização de modelos explicativos, que auxiliam na representação e compreensão dos fenômenos atômicos e subatômicos.

Muitos campos conceituais da Química sofreram poucas transformações teóricas à luz da Teoria Quântica. Como consequência, grande parte dos conteúdos de Química do Ensino Médio e dos primeiros anos do Ensino Superior são embasados em **modelos fortemente realistas**, necessitando do uso de representações pictóricas para sua compreensão. Nessa abordagem, o átomo é compreendido como um sistema material, concreto e realista e este tipo de modelo é utilizado para a compreensão de alguns conteúdos químicos. (Oki; Moradillo, 2008, p. 83, grifo nosso).

Defendemos que o uso de modelos realistas pode levar a constituição de entraves ao avanço do processo de construção do conhecimento e a assimilação de conceitos errôneos. Referindo-se a Bachelard, Oki e Moradillo (2008) afirmam que “Este filósofo propõe a distinção entre “real científico” e o “real dado”, ou aparente, na qual o segundo é o próprio fenômeno ou evento, sendo relacionado ao senso comum” (p. 84). Pois:

Parece muito forte no ensino da Química a opção pelo realismo ingênuo em relação às representações químicas; o que aparentemente se mantém mesmo na universidade. Esta é uma situação que se contrapõe à produção do conhecimento químico ao longo da História, que precisou romper, muitas vezes, com o real dado e aparente (Oki; Moradillo, 2008, p. 84).

Mediante o exposto, nesta dissertação optou-se por tecer reflexões com base nos obstáculos epistemológicos de Bachelard (1996). Tal escolha está justificada na atuação do mesmo como professor, sua formação como químico e suas obras dedicadas à história e filosofia do conhecimento da Química. Ainda, é importante destacar a preocupação de Bachelard com os conhecimentos prévios dos estudantes, por vezes, desconsiderados pelos professores bem como o frequente uso de analogias no ensino da teoria atômica (Bachelard, 1996; Lopes, 1996; Reis 2015).

Diante do exposto nesta introdução, articulando as TDICs e os obstáculos epistemológicos, elaborou-se o seguinte problema de pesquisa: *Como as TDICs e a identificação dos obstáculos epistemológicos podem contribuir no ensino da teoria atômica na formação dos professores de Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins?*

1.2 Objetivos

O objetivo geral consiste em compreender os obstáculos epistemológicos no ensino da teoria atômica no Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), mediado pelas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs).

Em relação aos objetivos específicos, elaboramos:

- Identificar as concepções dos discentes do curso de Química da UFNT sobre o uso das tecnologias digitais da informação e comunicação no ensino da teoria atômica;
- Investigar os limites e dificuldades que os estudantes do Curso de Química da UFNT apresentam ao se deparar com aulas sobre teoria atômica em que se faz uso das TDICs;
- Analisar os obstáculos epistemológicos no ensino da teoria atômica no Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT);
- Discutir as possibilidades e contribuições das articulações entre a identificação dos obstáculos epistemológicos e do uso das TDICs no ensino da teoria atômica.

Com o intuito de esclarecer os leitores, informamos que este trabalho está estruturado da seguinte forma: o próximo capítulo, intitulado “TDICS e obstáculos epistemológicos na educação em ciências: investigando o ensino da teoria atômica” aborda a temática considerando os estudantes maneira geral, sem especificar um nível de ensino. Posteriormente, com o avanço da pesquisa e a delimitação do público-alvo, optou-se por pesquisar sobre a formação de professores. Desse modo, após apresentar os aspectos metodológicos, elaboramos o quarto

capítulo nomeado “TDICs e obstáculos epistemológicos: ensino de teoria atômica na formação do professor de Química da UFNT”. Além disso, o terceiro capítulo “Metodologia”, apresenta a utilização da abordagem qualitativa e a aproximação da presente pesquisa com um estudo de caso.

2 TDICS E OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: INVESTIGANDO O ENSINO DA TEORIA ATÔMICA

O presente capítulo tem como objetivo analisar os trabalhos publicados no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) que versam sobre as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) na visão dos discentes bem como aqueles presentes em periódicos científicos como Portal de Periódicos da CAPES e do Scientific Electronic Library Online (SciELO). Além disso, tecemos discussões sobre o ensino da teoria atômica na formação de professores de Química e os obstáculos epistemológicos.

Neste sentido, o presente capítulo está organizado em três seções principais: na primeira (2.1), abordaremos as TDICs na educação em Ciências, com base em um mapeamento de trabalhos publicados nos Anais do ENPEC; na segunda (2.2), exploraremos os estudos disponíveis sobre o tema no Portal de Periódicos da CAPES e na Scientific Electronic Library Online (SciELO); e, por fim, na terceira seção (2.3), discutiremos a teoria atômica e os obstáculos epistemológicos.

Ressaltamos que este capítulo começou a ser elaborado em junho de 2022 com o mapeamento de trabalhos publicados no Portal de Periódicos da CAPES e do Scientific Electronic Library Online (SciELO) TDICs na educação em Ciências. Posteriormente, em janeiro de 2023 iniciamos a busca de trabalhos sobre teoria atômica e os obstáculos epistemológicos também nestas plataformas.

Assim, é relevante observar que a grande maioria dos trabalhos na área da Educação ou Ensino de Ciências costuma se valer da abordagem qualitativa, com uma minoria de trabalhos utilizando-se de métodos quantitativos. Tal fato é bastante evidente na literatura científica (Schneider; Fujii; Corazza, 2017). Neste capítulo¹, utilizou-se a Cienciometria que pode se caracterizar como uma abordagem quali-quantitativa (valendo-se ao mesmo tempo a abordagem qualitativa e quantitativa) - (Grácio; Garrutti, 2005). Vejamos o que Grácio e Garrutti (2005) apresentam sobre essa abordagem:

Atualmente, evidencia-se a **necessidade de superar a dicotomia das abordagens quantitativa e qualitativa e de se buscar uma maior aproximação da quantificação à área de Educação**, como forma de possibilitar uma visualização mais completa dos problemas com os quais nos deparamos em nossa realidade. As quantificações fortalecem os argumentos e **constituem indicadores importantes para análises qualitativas** (Grácio; Garrutti, 2005, p. 119, grifo nosso).

¹ Esclarecemos que a cienciometria não será utilizada nos capítulos posteriores, pois, optamos por adotar a Análise de Conteúdo da Bardin (2018).

Assim, um ponto importante neste momento é compreender o que seria a Cienciometria. Para tanto recorreu-se a Hayashi (2013) que afirma tratar-se de um “campo interdisciplinar dedicado ao estudo quantitativo da ciência e da tecnologia e estão voltados para avaliar a produção científica e tecnológica produzida pela comunidade científica no interior das áreas de conhecimento [...]” (p. 66). Conforme Parra, Coutinho e Pessano (2019), “a Cienciometria faz uma avaliação do todo, e não dos resultados de cada trabalho, não entrando nesse mérito” (p. 132). Esses autores afirmam ainda que:

A Cienciometria também pode ser encontrada pela denominação de Cientometria, pertencente à Sociologia das Ciências e da Ciência da Informação, a qual busca quantificar a evolução da ciência e da produção científica, seja no meio da pesquisa propriamente dita, seja nas possíveis influências no mercado econômico e na sociedade em geral (Parra; Coutinho; Pessano, 2019, p. 132).

Deste modo, a Cienciometria demonstra ser um instrumento relevante, na medida em que poderá servir de base para tomadas de decisões em políticas públicas, definição de quais áreas dentro da ciência estão necessitando de maior investimento e, assim por diante (Parra; Coutinho; Pessano, 2019).

Portanto, dentro do campo do Ensino de Ciências a Cienciometria também possui sua importância. Em especial, com o advento do acesso à informação e a necessidade que esta seja fidedigna, é importante destacar que muita informação não é sinônimo que ela esteja bem estruturada. Assim, é preciso que exista uma ordenação. Em relação a isso, o papel desempenhado pela Cientometria é vital.

[...] destaca-se também que nos diferentes níveis de ensino a busca pela informação tem aumentado devido às novas tecnologias de comunicação e facilidade de acesso à Internet. Esse fenômeno exige que a informação disponível seja confiável e de fácil acesso, fator que corrobora a importância da organização e sistematização das informações existentes e suas implicações na educação e no ensino (Parra; Coutinho; Pessano, 2019, p. 137).

Assim, guiados por uma análise cienciométrica, buscou-se por trabalhos relacionados às TDICs publicados nos Anais das últimas cinco edições (2013, 2015, 2017, 2019 e 2021) do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e nos Periódicos da CAPES e do Scientific Electronic Library Online (SciELO).

2.1 TDICs na educação em Ciências: Mapeamento de trabalhos publicados nos Anais do ENPEC

Nos Anais das últimas cinco edições (2013, 2015, 2017, 2019 e 2021) do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) os descritores utilizados nas buscas foram: “Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação”; “TDICs” e “Objetos de Aprendizagem + digitais”. Os descritores foram escolhidos considerando sua relevância e também buscas anteriores que mostraram sua presença em trabalhos publicados em eventos científicos.

O ENPEC é um evento promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) [...] A ABRAPEC tem por finalidade promover, incentivar, divulgar e socializar a pesquisa em Educação em Ciências, através de encontros de pesquisa, de formação para a pesquisa e publicações sobre pesquisa, bem como atuar como órgão representante da área junto às entidades nacionais e internacionais de educação, pesquisa e fomento, inclusive as governamentais, sensibilizando-as, contribuindo com estudos, propostas, e mobilizando-as para a importância de financiamento e apoio aos estudos pertinentes à Educação em Ciências e à formação de pessoal docente de alto nível (Abrapec, 2017).

Deste modo, o ENPEC tem por objetivo reunir e favorecer a interação entre os pesquisadores das áreas de Educação em Biologia, Física, Química e áreas correlatas, abordadas isoladamente ou de maneira interdisciplinar, com a finalidade de discutir trabalhos de pesquisa recentes e tratar de temas de interesse da ABRAPEC (Abrapec, 2019).

Assim sendo, tal fato, justifica a escolha deste evento como foco do presente estudo. Ademais, salienta-se que espaços como este são vitais, pois, podem gerar experiências que dificilmente são oportunizadas em eventos das Ciências que ocorrem de forma isolada (reunindo pesquisadores de forma específica em cada área, como Biologia, Física, Química ou Geociências). Reconhecendo a importância desse evento, apresentamos o seguinte problema de pesquisa: Como os trabalhos abordam as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) na visão dos estudantes na Educação Básica publicados nos Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) ao longo de suas últimas cinco edições (2013 a 2021)?

Entendemos TDICs como “[...] instrumentos situados na história e na cultura da sociedade, ao menos nas sociedades que introduziram, se apropriaram e se organizaram ao redor das tecnologias digitais para realizar suas atividades produtivas” (Costa, Duqueviz; Pedroz, 2015, p. 605).

Nesse contexto, buscamos analisar os trabalhos publicados no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) que versam sobre as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) na visão dos estudantes da Educação Básica.

Inicialmente, realizou-se uma leitura flutuante dos trabalhos com base nos títulos e resumos. Seguiu-se alguns critérios de exclusão que foram: trabalhos que versavam sobre o uso das TDICs no Ensino Superior, visão dos docentes, formações continuadas ou que não atendiam aos objetivos do presente estudo.

Com base em Parra, Coutinho e Pessano (2019), “[...] Para a Cienciometria faz-se necessário uma sistematização dos métodos. [...] Para tanto são definidos previamente e estabelecidos os elementos e quesitos que nortearão o processo de investigação [...]” (p. 132). Nessa direção, os elementos desta pesquisa relacionados com as TDICs nas últimas cinco edições do ENPEC, denominados de Indicadores Cienciométricos, consistem nos seguintes: I. Quantidade de trabalhos por edição e ano de publicação; II. Local de origem das instituições dos pesquisadores que publicaram no ENPEC; III. Componentes da área das Ciências da natureza (Química, Física e Biologia) que estão relacionados com os trabalhos publicados.

Parra, Coutinho e Pessano (2019) citam mais alguns exemplos de indicadores, como: “Número de trabalhos, publicações do autor, Número de artigos publicados, coautorias, instituição ou país, Número de citações obtidas, Número de patentes, Número médio de citações por artigo [...]” (p. 132).

A análise do processo de mensurar o crescimento da produção de trabalhos neste evento e as relações com os componentes da área das Ciências da natureza consistiu em um diálogo com a literatura da área de educação e educação em Ciências (Barbosa, 2021; Correa; Carvalho; Barbosa, 2022; Delizoicov; Slongo; Lorenzetti, 2013; Fonseca; Sganzerla; Enéas, 2020; Grossi; Fernandes, 2014; Pereira; Narduchi; Miranda, 2020).

Como resultado da pesquisa cienciométrica, encontrou-se um total de 156 trabalhos completos. Logo após, realizou-se uma leitura mais aprofundada do material coletado nos Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, buscando-se definir os que, de fato, tinham ou não relação com o objetivo deste trabalho que é as (TDICs) na visão dos estudantes da Educação Básica. O total de trabalhos selecionados para comporem o presente estudo, após esta etapa, foi de 71 trabalhos.

Assim, é importante observar que menos de 50% dos trabalhos que abordam as TDICs têm como foco os estudantes. Essa informação destaca a necessidade de que a elaboração e implementação de políticas públicas e curriculares considerem a realidade dos discentes. Com base nesses resultados, percebe-se o apagamento dos estudantes como protagonistas e sujeitos

relevantes na participação da construção de uma escola para todos. Para Cabral e Alves (2016), a perspectiva dos alunos é um ponto que deve ser considerado na construção de uma escola democrática e que possa incluir todos e todas sem qualquer distinção.

Quanto a isso, Carvalho, Alão e Magalhães (2017) afirmam que as relações dos estudantes no ambiente escolar não podem ser apagadas e silenciadas. No entanto, em tempos nos quais se discute a relevância de que eles estejam no centro do processo de aprendizagem, por qual razão eles/elas ainda não são maioria no que tange a serem escutados? Esta indagação é relevante quando se pensa nas relações de poder entre professor e aluno, mas também nas relações com os pesquisadores.

Apesar disso, Delizoicov, Slongo e Lorenzetti (2013) afirmam que “Em todas as edições do evento, os alunos se sobressaem como sujeitos da pesquisa [...]” (p. 474). Ressalta-se que essa afirmação se refere ao período de 1997 até 2005. Tendo isso em mente, conforme Corti, Corrochano e Da Silva (2016) e Da Costa (2022) ressalta-se que os estudantes se constituem como sujeitos essenciais para que a educação permaneça sendo um espaço democrático e aberto ao diálogo.

Deste modo, o primeiro indicador que se verificou foi a quantidade de trabalhos por edição e ano de publicação, 2013 a 2021 (Tabela 1).

Tabela 1 - Edição do evento e quantidade de trabalhos completos publicados sobre as TDICs

Edição do Evento	Ano	Quantidade de trabalhos completos
IX ENPEC	2013	22
X ENPEC	2015	19
XI ENPEC	2017	20
XII ENPEC	2019	9
XIII ENPEC	2021	1
Total		71

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Conforme observa-se na tabela 1, nas primeiras edições do ENPEC a quantidade de trabalhos versando sobre as TDICs mostrou-se abundante. Posteriormente, houve um decréscimo considerável no quantitativo de trabalhos publicados. Assim, questionamos: por que assistimos essa diminuição de trabalhos que buscam compreender as TDICs na ótica dos estudantes?

Inquietos, levantamos como motivos a pandemia de Covid-19 e o isolamento social. Nesse triste momento da história da educação brasileira e mundial, as escolas brasileiras ficaram fechadas por “8 meses em 2020” (Fonseca; Sganzerla; Enéas, 2020, p. 29). Basicamente, isto foi feito seguindo uma medida adotada por outros países em um esforço para refrear a disseminação do vírus. “O fechamento das escolas resultou de uma tentativa inicial de tentar conter a propagação de um vírus pouco conhecido até aquele momento” (Fonseca; Sganzerla; Enéas, 2020, p. 30). “O objetivo era evitar aglomerações, que poderiam contribuir para a disseminação do novo vírus” (Pereira; Narduchi; Miranda, 2020, p. 227).

Desse modo, acredita-se que esse afastamento, (considerando-se que eram necessárias medidas urgentes neste sentido), acarretou dificuldades de socialização e pesquisas que envolvem o público estudantil. Portanto, as relações humanas acabaram se tornando mais condicionadas aos dispositivos eletrônicos, de modo que buscava-se produzir pesquisas por meio de revisões sistemáticas de literatura e com sujeitos de fácil acesso e que tinham acesso à internet e aparelhos eletrônicos

Em relação ao possuir acesso a aparelho celular, Correa, Carvalho e Barbosa (2022) expõem que é preciso reconhecer a desigualdade social que há na escola e as dificuldades ao acesso às tecnologias digitais.

Assim, um dos fatores que talvez expliquem esta diminuição na quantidade de trabalhos publicados seja a ocorrência da pandemia de Covid-19, uma vez que pesquisas que envolvem as percepções dos sujeitos quanto ao uso das TDICs, ou mesmo que tenham como foco a aplicação de algum material foram redirecionadas e alteradas pelos fechamentos das unidades escolares no referido período. É importante lembrar que muitas pessoas foram afetadas seriamente afetivamente e psicologicamente, com muitos tendo o temor de ser uma fonte de contágio para outras pessoas, algo completamente compreensível considerando-se aquele período.

Em seguida, o segundo indicador verificado refere-se ao local de origem das instituições dos pesquisadores que publicaram no ENPEC ao longo das últimas cinco edições sobre as TDICs, neste caso, não se considerou o país, mas sim os estados do Brasil. Observou-se que os locais com maior representação foram Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais. Enquanto isso, aqueles com menor quantidade de trabalhos publicados foram Amazonas, Bahia, Roraima e Rio Grande do Norte (Tabela 2). Ressalta-se que os estados que não tenham sido citados se encontram na referida tabela descritos como “outros”.

Neste sentido, essa prevalência de Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais está de acordo com os achados de Delizoicov, Slongo e Lorenzetti (2013), que destacam: “Os dados

mostram a predominância de instituições situadas nas regiões Sudeste e Sul do Brasil na produção acadêmica analisada, estando essas regiões vinculadas com a concentração e consolidação de programas de pós-graduação [...]” (Delizoicov; Slongo; Lorenzetti, 2013, p. 468).

Tabela 2 - Quantidade de trabalhos completos publicados sobre as TDICs conforme a Unidade Federativa

Local	Quantidade de trabalhos
Alagoas	3
Amazonas	1
Bahia	1
Espírito Santo	3
Goiás	3
Mato Grosso do Sul	4
Minas Gerais	7
São Paulo	7
Paraná	3
Pará	4
Pernambuco	2
Rio Grande do Sul	10
Rio de Janeiro	10
Roraima	1
Rio Grande do Norte	1
Outros ²	11
Total	71

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Ademais, um fator importante é que, ao se analisar os trabalhos, em alguns poucos casos não foi possível determinar a origem da instituição a qual o pesquisador é ou era vinculado. Deste modo, outro detalhe que merece ser mencionado é que, em um mesmo trabalho, podem existir autores de mais de uma Unidade da Federação.

Ao percebermos que dois estados com menor quantidade de trabalhos publicados no ENPEC estão localizados no norte do Brasil, ressaltamos a relevância em discutir e superar os silêncios da Região Norte na educação em ciências. Desse modo, questionamos: Como são

² Trabalhos em que não foi possível identificar a instituição a qual o pesquisador possui vínculo ou que se tinham pesquisadores de instituições de mais de um estado do Brasil.

produzidas as desigualdades epistêmicas entre as regiões do Brasil? Como isso impacta na produção científica e acadêmica no Brasil? A desigualdade epistêmica é debatida nos trabalhos de Barbosa (2018, 2021) ao nos apresentar transregionalização no currículo e no campo da educação. Conforme esse autor, a transregionalização educacional consiste na:

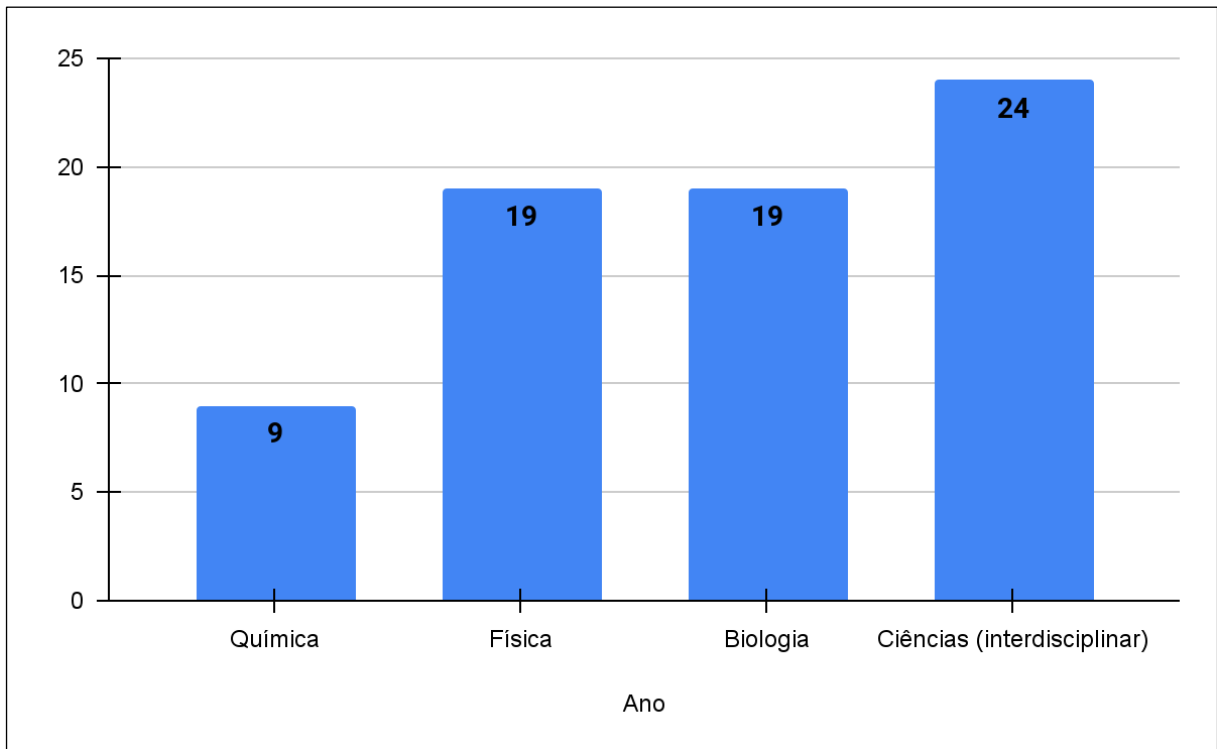
“transferência” de certos conhecimentos e modelos curriculares pensados numa dada realidade, levada para outra sociedade, sem levar em conta os conhecimentos e as especificidades locais (contexto histórico, político, cultural e econômico), sem proporcionar um diálogo com o contexto e os saberes locais (Barbosa, 2018, p. 50).

Nesse sentido, Barbosa (2021) ao buscar compreender a falta de oxigênio hospitalar no Amazonas e o episódio conhecido como apagão no Amapá observou movimentos de colonialidade ao encontrar, predominantemente, discursos de pessoas que não eram viventes desses estados, ou seja, que falavam em nome da população nortista que sofriam/sofrem com os efeitos desses acontecimentos.

Segundo Walsh (2009), a colonialidade aponta para quatro dimensões que interagem entre si: colonialidade do poder; colonialidade do saber; colonialidade do ser; e colonialidade do viver ou cosmogônica. Compreendemos que os discursos de pessoas que falam em nome da população nortista de forma verticalizada e antidialógica configura-se como uma imposição de um conhecimento eurocêntrico e universal em detrimento de saberes outros.

Por fim, outro indicador verificado foi a quantidade de trabalhos publicados conforme a sua respectiva área. Ressaltamos que a maioria dos trabalhos não podem ser classificados como estando dentro de uma área específica (Química, Física e Biologia); então, criou-se uma terceira categoria denominada como “Ciências” (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Quantidade de trabalhos completos publicados conforme a área das ciências da natureza



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Com base no Gráfico 1, observa-se a Química com a menor quantidade de trabalhos publicados. Delizoicov, Slongo e Lorenzetti (2013) encontraram resultados semelhantes aos achados nesta pesquisa. Esses autores identificaram 27% dos trabalhos no âmbito da disciplina da Física e 21,3% de Biologia; enquanto isso, na Química os trabalhos corresponderam a 14,8%.

[...] há uma predominância de estudos relacionados ao Ensino de Física. A liderança se justifica, uma vez que a formação institucional de pesquisadores em Educação em ciências no Brasil teve seu início na década de 1970, através do pioneirismo de dois programas de pós-graduação em Ensino de Física: o da Universidade de São Paulo - USP e o da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (Delizoicov; Slongo; Lorenzetti, 2013, p. 468).

Portanto, na visão de Delizoicov, Slongo e Lorenzetti (2013), a presença majoritária de trabalhos relacionados ao Ensino de Física pode ser compreendida por se tratar de uma área precursora na Educação em Ciências brasileira. Além disso, afirmam que

[...] a presença de pesquisas sobre o ensino de outros componentes curriculares, em porcentagens também significativas e com certa regularidade no período em análise, como é o caso do Ensino de Biologia, Ensino de Ciências e Ensino de Química, mostra que todas essas áreas têm merecido atenção dos pesquisadores. O fato também evidencia que o ENPEC tornou-se locus privilegiado de interação para uma

disseminação multidisciplinar da produção da área de Educação em ciências, como era a intenção desde a realização do I ENPEC (Delizoicov; Slongo; Lorenzetti, 2013, p. 468-469).

Durante o desenvolvimento do presente estudo, uma das dificuldades encontradas foi a polissemia dos termos utilizados na área do ensino. Em alguns trabalhos que deveriam estar vinculados às TDICs, os autores acabaram se posicionando como se pertencessem às TICs. Essa situação gera uma certa confusão, especialmente porque ambos os termos são frequentemente empregados para descrever componentes curriculares relacionados às disciplinas de Física, Química, Biologia e Ciências.

Sob essa perspectiva, muitos autores acabam por utilizar estes dois termos como se fossem sinônimos e outros fazem uma distinção, ainda que possa ser sutil entre os dois. “[...] a principal diferença entre elas [TICs e TDIC] é que nas TDICs as tecnologias são digitais” (Grossi; Fernandes, 2014, p. 49). Ou seja, o principal elemento de diferença estaria no termo “digital” que precisa ser considerado conceitualmente e nas práticas. Deste modo, acredita-se que uma sistematização desses termos se faz urgente para evitar ambiguidades e problemas na sua compreensão.

Por isso, logo abaixo, realizou-se uma busca em periódicos científicos conhecidos da comunidade acadêmica, tendo-se a intenção de compreender melhor a utilização das TICs e TDICs no ensino na área de Ciência da Natureza.

2.2 TDICs na educação em ciências: mapeamento de trabalhos publicados no portal de periódicos da CAPES e do Scientific Electronic Library Online (SciELO).

Em um primeiro momento, realizou-se um levantamento bibliográfico por meio do Portal de Periódicos da CAPES e do *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). Para isso, definiu-se o período de 2018 até 2022, buscando-se artigos científicos em inglês, português e espanhol. Para tanto, fez-se uso das palavras-chave: “Tecnologias da Informação e Comunicação + Ciências da Natureza”; “Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação + Ciências da Natureza”. A escolha das mesmas deve-se a sua relevância para os objetivos deste trabalho e o foco na contribuição da tecnologia para o ensino, mais especificamente, ao Ensino de Ciências e Química, com a triagem sendo feita pelo título, resumos e palavras-chave. Também realizou-se buscas não sistematizadas através do Google Acadêmico.

Quadro 1: Total de artigos por base de dados

Palavras-chave	Resultados do Portal de Periódicos da CAPES	Resultados do SCIELO
Tecnologias da Informação e Comunicação + Ciências da Natureza	94	0
Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação + Ciências da Natureza	49	0
Recursos Educacionais Digitais + Ensino de ciências	74	0

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

É interessante notar que apesar dos avanços tecnológicos e da ampliação do acesso aos mesmos constatado nos mais diversos setores da sociedade, ainda existe certa resistência em seu emprego e muitos profissionais não os utilizam, mantendo-se no modelo conservador de ensino. (Moreno; Heidelmann, 2017).

[...] a popularização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e a imersão da sociedade nos meios tecnológicos surgidos com as mídias digitais, as mudanças em diferentes instâncias (sociais, políticas, culturais, educacionais) têm sido mediadas pela tecnologia. Logo, a inserção da tecnologia na escola é necessária **e o uso e a seleção e recursos didáticos tecnológicos também recai sobre o professor** (Moraes; Gonçalves; Bergmann, 2018, p. 45, grifo nosso).

No entanto, segundo Kenski (1998) “A partir da banalização das tecnologias eletrônicas de comunicação e de informação, a sociedade atual adquiriu novas maneiras de viver, de trabalhar, de se organizar, de representar a realidade e de fazer educação” (p. 59). Conforme esse autor:

O estilo digital engendra, obrigatoriamente, não apenas o uso de novos equipamentos para a produção e apreensão de conhecimentos mas também novos comportamentos de aprendizagem, novas racionalidades, novos estímulos perceptivos. Seu rápido alastramento e multiplicação, em novos produtos e em novas áreas, obriga-nos a não mais ignorar sua presença e importância (Kenski, 1998, p. 61).

Deste modo, atualmente existe uma grande quantidade de possibilidades para uso dos docentes em sala de aula, dentre elas, podemos citar: ChemSketch; Avogadro; Formulários

Google; SurveyMonkey; Prezi; Nearpod; PhET etc. (Moreno; Heidelmann, 2017). Sem tais softwares, o ensino de conceitos abstratos e outros que não são tão abstratos, mas que podem ser melhor compreendidos por meio deles, seria muito mais complexo.

Além disso, para Bento e Cavalcante (2013): “Existem várias formas de se utilizar um celular em sala de aula, seja de um celular simples até mais moderno. Um celular simples, por exemplo, que tem como aplicações, a calculadora, o conversor de moeda [...]” (p. 118). Enquanto isso, nos mais modernos, podemos fazer uso do: “[...] tradutor de línguas que bastante conhecido por ser utilizado no Google, mais que em alguns não têm necessidade da internet para o uso, o gravador de voz, [...] e a internet” (Bento, Cavalcante, 2013, p. 118).

Assim, um bom exemplo de atividade exitosa por meio das TICs são os resultados relatados por Souza *et al* (2005), que fizeram uso do Software “Titulando 2004” em turmas da segunda série do Ensino Médio do Instituto de Aplicação da UERJ (Universidade Estadual do Rio de Janeiro), relatando que a atividade facilitou o entendimento dos conceitos sobre titulação e foi avaliada positivamente pelos estudantes.

Outro resultado interessante foi obtido por Souza e Calejon (2019), trabalhando com o GeoGebra para o ensino de estatística com alunos do ensino médio. De acordo com os autores, a atividade serviu tanto para despertar a atenção dos estudantes quanto para favorecer a assimilação dos conceitos almeçados por muitos deles.

Enquanto isso, para Fonseca, Teixeira e Carmona (2020), os principais aspectos positivos das TICs estão relacionados com o reforçar da concepção do professor como mediador do saber e a colocação do estudante em papel de destaque. Ou seja, o aluno não será apenas um receptor de conceitos prontos. Deste modo, Grossi e Fernandes (2014) afirmam que: “O objetivo da associação tecnologia e processo de ensino e aprendizagem é que o aluno seja um ator dessa dinâmica e o professor facilitador da aprendizagem em um ambiente de rede colaborativa [...]” (p. 64).

Portanto, observa-se que a utilização das TICs ou TDICs tem como principal benefício a construção do conhecimento baseado na relação professor-aluno. Deste modo, é necessário que ambos exerçam funções diferentes daquelas tradicionalmente atribuídas ao eles.

[...] os alunos estiveram envolvidos ativamente em diversas atividades diferentes. Devido ao protagonismo dos alunos, horizontalidade e argumentação em sala de aula, **os estudantes tiveram uma experiência diferenciada do modelo de ensino tradicional.**

Os alunos avaliaram de maneira positiva o uso das TDIC, especialmente o caráter de procurar informações e embasar argumentos; a mudança de papéis dos docentes e a valorização do pensamento crítico e argumentação para o ensino (Lima; Neto; Struchiner, 2018, p. 634, grifo nosso).

De modo semelhante, Corrêa *et al* (2020) relatou resultados importantes relacionados com as TICs ao fazer uso do *Stop Motion* para trabalhar com modelos atômicos, destacando o papel exercido pelos alunos na produção do conhecimento.

As TICs permitem inovações valiosas para os processos de ensino-aprendizagem através da produção, pelos alunos, de vídeos de curta duração, que permitem a síntese de conceitos, com a efetivação de uma importante ferramenta no processo de construção do conhecimento e consequente aplicação em suas formas práticas.

Destaca-se que a experiência descrita neste trabalho foi significativa, não somente no desenvolvimento de conteúdos trabalhados na disciplina de química, mas também auxiliou no direcionamento de atividades interdisciplinares, impactando de forma positiva nas discussões e nos debates em sala de aula (Corrêa *et al.*, 2020, p. 9, grifo nosso).

Dessa maneira, o papel do professor não deixa de ser vital em função da inovação tecnológica crescente, antes, muito pelo contrário, ele irá trabalhar em conjunto com seus estudantes em um processo de troca e domínio de saberes novos e relevantes para a vida em sociedade. Contudo, ao negarmos a relevância da mediação realizada pelo docente, fazemos exatamente o que Moran (2004), descreve:

Colocamos tecnologias na universidade e nas escolas, mas, em geral, para continuar fazendo o de sempre – o professor falando e o aluno ouvindo – com um verniz de modernidade. As tecnologias são utilizadas mais para ilustrar o conteúdo do professor do que para criar novos desafios didáticos (p. 2).

Tal modelo, não é interessante quando se pensa em uma educação que leve em conta aquilo que o estudante pode contribuir. Pois, hoje se sabe que “[...] os alunos reclamam do tédio de ficar ouvindo um professor falando na frente por horas, da rigidez dos horários, da distância entre o conteúdo das aulas e a vida” (Moran, 2004, p. 2).

Ademais, dentre os desafios citados pela literatura para a não utilização das TICs por parte dos docentes, estão a demanda de realizar-se um planejamento mais rigoroso das aulas, possibilidades de uso negativo (por exemplo, estudantes fazendo utilização para outros fins que não o da aula), falta de infraestrutura escolar e a própria falta de conhecimento dos profissionais com relação às novas tecnologias (Bento, Cavalcante, 2013; Grossi, Fernandes, 2014).

Durante a pesquisa realizada, pôde-se notar, na fala de alguns docentes, a desmotivação em trabalhar com novas tecnologias em sala de aula, por falta de estrutura na rede escolar. **Algumas das reclamações se referiram à má qualidade da internet, à existência de equipamentos obsoletos e ao número insuficiente de computadores por aluno.** Alguns professores apresentaram ideias criativas e potencializadoras para trabalhar com seus alunos em sala, mas foram impedidos de

aplicá-las pela falta dos subsídios necessários à realização das atividades, a mais parte deles relacionados à infraestrutura escolar (Bergmann *et al.*, 2021, p. 15, grifo nosso).

É interessante observar que os profissionais da educação ainda estão se adentrando neste novo mundo rodeado pelas inovações tecnológicas. Tal fato, talvez explique, ao menos em parte, a dificuldade de muitos em aderirem a utilização das novas tecnologias. “[...] verifica-se que o percentual de professores conectado aos alunos através de redes sociais é um pouco maior na escola pública com 50% e 33% na escola particular. [...]” (Silva; Serafim, 2016, p. 87). Silva e Serafim (2016) afirmam ainda que “[...] Este número ainda é considerado pequeno, demonstra que os professores ainda estão se inserindo neste novo contexto tecnológico. [...]” (p. 87).

Para além da insegurança relacionada diretamente ao domínio pessoal das tecnologias, o controle da turma no momento do uso dos dispositivos foi outra questão relacionada ao uso de tecnologia que os professores levantaram durante a pesquisa em sala de aula. Entendemos que esse fator pode explicar, ao menos em parte, a não utilização de recursos digitais nas aulas por parte de alguns professores, **considerando que eles ainda pressupõem que os dispositivos móveis são uma fonte de distração para os estudantes** (Bergmann *et al.*, 2021, p. 6, grifo nosso).

Todavia, Silva e Serafim (2016) afirmam que, no que tange ao aspecto do uso das tecnologias para fins não pedagógicos entre os estudantes, trata-se de um processo em modificação. Deste modo, os mesmos enfatizam que “[...] 65% dos jovens da escola pública e 97% da escola particular utilizam as redes sociais para realizarem pesquisas escolares [...]” (Silva; Serafim, 2016, p. 85).

Assim, mesmo pesquisas publicadas nos últimos anos que apresentam resultados favoráveis ao uso das tecnologias da informação e comunicação, reconhecem que ainda existe um caminho que precisa ser percorrido visando tentar compreender até que ponto existe uma relação entre a aprendizagem e o uso delas em sala de aula.

Apesar da avaliação positiva dos alunos sobre o uso das TDIC, da argumentação no ensino e do modelo e-CRIA, é preciso avançar em novas discussões, principalmente para: analisar o desenvolvimento e a profundidade do pensamento crítico dos alunos; relacionar a argumentação dos alunos com os conteúdos de Genética, para além das discussões Sociocientíficas sobre os temas; **aprimorar a relação das TDIC, tanto com as aulas, quanto com os temas discutidos** (Lima; Neto; Struchiner, 2018, p. 634, grifo nosso).

Mediante o exposto, é importante ressaltar que quando se fala na utilização das TICs ou TDICs, não significa dizer que todos os problemas do processo de ensino e aprendizagem serão solucionados através delas, muito menos que isto deva estar no centro deste processo. É importante dizer que as tecnologias não devem ser usadas simplesmente como forma de tentar

demonstrar que se está fazendo uso de algo novo, é preciso pensar em sua utilização de forma pedagógica. “[...] é necessária a formação docente para a apropriação pedagógica dessas tecnologias, já que a simples inserção das tecnologias nas aulas não garante que elas se tornem mais colaborativas, estimulantes e significativas [...]” (Cavichia Atanazio; Leite, 2018, p. 100).

Ou seja, assim como uma atividade experimental não é sinônimo de aprendizado por parte do aluno, o uso de um recurso tecnológico, seja qual for, não irá significar necessariamente uma melhora na aprendizagem dele.

Não é a informática e suas ferramentas em si, mas o que se pode aprender com o auxílio delas. Não basta apenas colocar o aluno em frente ao computador, tem que haver uma finalidade e é importante que os alunos saibam disso, e para isso é necessário que o educador tenha essa consciência para atrair o aluno aos assuntos pertinentes que poderão desenvolver ao longo do processo. (Soares, Moliterno, 2015, p. 121).

Afirmamos que: “Além da compreensão da sala de aula como único ambiente para a aprendizagem, é imprescindível, também, que nossa compreensão acerca das tecnologias no cenário escolar extrapole pensamentos ligados, apenas, ao manejo das máquinas, aparelhos, aplicativos” (Garcia, 2020, p. 31).

Por isso, compreende-se que quando se pensa na utilização de ferramentas dentro do contexto escolar, discussões sem profundidade não podem servir como um embasamento sólido, o processo de construção do saber é algo muito complexo, requerendo assim que se vá além da superfície.

Neste aspecto, a tecnologia, por si só, não é o foco do que se pretende apresentar ao longo do presente estudo, mas sim suas relações com os saberes e os caminhos que envolvem a formação destes, sob a ótica dos estudantes. “[...] é importante destacar que todo material didático é um recurso de grande valia, mas o seu valor não está em si mesmo, mas na utilização que se faz dele” (Moraes; Gonçalves; Bergmann, 2018, p. 59).

Buscando contribuir com esse debate, questionamos: O que pensam os estudantes sobre as TDICs? Ao consultar a literatura, observa-se que existem poucas pesquisas que se voltam para tentar entender a concepção destes sobre as TDICs. Assim, uma possível pista de como os estudantes encaram esta nova realidade pode ser observada no estudo de Silva e Serafim (2016):

Nas falas dos adolescentes, entende-se que o fato de participarem de uma rede social por intermédio do professor **desperta no aluno uma maior responsabilidade na hora de se expressar e escrever sua opinião**. A pesquisa revelou, por unanimidade, que **os alunos destacam a facilidade no processo de aprendizagem e também o fortalecer da relação com o professor**. (p. 91, grifo nosso).

Tendo compreendido o cenário atual sobre as TDICs, outro conceito que pode ser relevante de se pensar são os REDs. De acordo com Silva, Santana e Vasconcelos (2022) “Os mais diversos tipos de recursos podem caracterizar-se como REDs, tais como vídeos, animações, slides e simulações” (p. 2). Ou também podem ser entendidos como arquivos que estão disponíveis digitalmente e que são usados com fins educativos (Brasil, 2021).

Ademais, é interessante se observar que se pode encontrar os REDs sendo denominados na literatura como Objetos de Aprendizagem (OAs), que podem ser definidos conforme abaixo:

[...] quaisquer materiais eletrônicos (como imagens, vídeos, páginas web, animações ou simulações), desde que tragam informações destinadas à construção do conhecimento (conteúdo autocontido), explicitem seus objetivos pedagógicos e estejam estruturados de tal forma que possam ser reutilizados e recombinaados com outros objetos de aprendizagem (padronização). (Carneiro; Silveira, 2014, p. 239).

Além disso, se faz relevante diferenciar os REDs dos Recursos Educacionais Abertos (REA). Desse modo, apesar de muitos REDs por se encontrarem disponíveis para todos (não sendo necessário pagar para acessá-los) serem classificados como REA, nem todos eles são REA, pois existem recursos que requerem pagamento para seu uso e/ou modificação (Brasil, 2021).

Assim, como pode-se fazer uso dos REDs dentro do contexto escolar? Uma possível resposta acredita-se que esteja bem explicitada pelas palavras de Cruz, Machado e Carvalho (2021):

Independentemente da maneira que os REDs são empregues em sala de aula, é de suma importância que a sua implementação **contribua para a autonomia necessária do aluno no seu processo de aprendizagem, tornando a participação deles mais responsável, flexível e persistente, com grande capacidade de interação e cooperação dentro da sociedade complexa atual.** Para isso, o professor deve estruturar adequadamente o seu uso e também indicar como os alunos devem utilizar esses recursos, para que o ganho na aprendizagem seja positivo. Isso deve ficar claro dentro do contexto de sala de aula por vários motivos, mas o principal deles é que esses materiais por si só podem não produzir o impacto esperado se não foram utilizados de forma adequada. (p. 219, grifo nosso).

Portanto, fica claro conforme já afirmado anteriormente que a utilização dos REDs ou de qualquer outro instrumento que sirva para fins pedagógicos requer planejamento rigoroso, objetivos claros e que o estudante seja um protagonista no processo de construção de sua aprendizagem. Assim, a posição assumida deve ser cautelosa em certa medida ao se esperar resultados positivos, pois, ainda que possam existir, não é possível ignorar que uma má utilização de um determinado instrumento pode gerar consequências negativas.

Tendo em vista que a tecnologia na educação pode se tornar uma grande facilitadora dos métodos empregados dentro da sala de aula, devemos saber dosar o seu uso para que ela não se torne apenas uma ferramenta isolada, **mas sim um componente do processo de aprendizagem, no qual professor e aluno se sintam beneficiados com os recursos e aparatos utilizados.** (Barroso, Antunes, 2015, p. 126, grifo nosso).

Diante do exposto, acredita-se que a posição requerida no cenário atual de pesquisas e buscas por respostas, a respeito do uso dos REDs, precisa ser ponderada, não sendo possível afirmar de forma categórica que sua utilização irá gerar resultados positivos. Contudo, tal fato, não significa dizer que os resultados alcançados não possam ser bons, especialmente considerando-se que os professores/pesquisadores têm compreendido que a tecnologia pode ser uma ótima aliada; mesmo que isto possa requerer destes muito mais trabalho e atenção na execução de suas atividades.

São grandes motivadores e incentivadores de aprendizagem todos os recursos que venham para agregar valor na educação, de forma que o usuário se torne mais interessado e, com isso, acabe criando suas próprias ferramentas e administre com mais segurança o assunto abordado. Diante desse panorama, gestores e principalmente professores assumem um papel fundamental no sentido de favorecer o ensino colaborativo no qual seja atribuído também ao aluno autonomia no processo de aprendizagem. (Barroso, Antunes, 2015, p. 127).

Mediante o exposto até aqui, tendo o objetivo também de apresentar as discussões envolvendo o ensino da teoria atômica e os obstáculos epistemológicos, buscou-se na literatura por artigos que pudessem auxiliar na compreensão das articulações ente teoria atômica e os obstáculos epistemológicos de Bachelard no ensino de Química.

2.3 Teoria atômica no ensino de química: modelos, analogias e obstáculos epistemológicos

Realizou-se um levantamento bibliográfico por meio do Portal de Periódicos da CAPES e do *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). Definiu-se o período de 2018 até 2023, buscando-se artigos científicos em inglês, português e espanhol. Para tanto se fez uso das palavras-chave: “Teoria atômica + Analogias”; “Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação + Ciências da Natureza” e “Recursos Educacionais Digitais + Ensino de ciências”. A escolha das mesmas considerou sua relevância para o trabalho, o foco no ensino da teoria atômica e na área de Ensino de Ciências. Com a triagem sendo feita pelo título,

resumos e palavras-chave. Também foram realizadas buscas não sistematizadas através do Google Acadêmico.

Quadro 2: Total de artigos por base de dados

Palavras-chave	Resultados do Portal de Periódicos da CAPES	Resultados do SCIELO
Teoria atômica + Analogias	145	0
Teoria atômica + modelos + dificuldades	112	0
Teoria atômica + dificuldades	142	0

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Mediante o exposto em capítulos anteriores, é importante pensar em como se deu o processo de construção da teoria atômica como a conhecemos hoje. Neste sentido, é válido ressaltar que diversos cientistas forneceram suas contribuições, podemos citar: John Dalton, Michael Faraday, George Johnstone Stoney, William Crookes, Gotthilf-Eugen Goldstein, Wilhelm Conrad Röntgen, Antoine Henri Becquerel, Joseph John Thomson, Pierre Curie, Marie Curie, Max Karl Ernst Ludwig Planck, Albert Einstein, Robert Andrews Millikan, Ernest Rutherford, Niels Henrik David Bohr, Arnold Johannes Wilhelm Sommerfeld, Louis-Victor-Pierre-Raymond, Werner Karl Heisenberg, Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger e James Chadwick.

Ainda a esse respeito, é interessante observar que, para a construção da teoria atômica, foram necessários estudos em diversos campos da ciência, dentre eles: espectroscopia, eletricidade, radioatividade. Desse modo, demonstrando que a Ciência não se trata apenas de uma atividade coletiva, mas também com um caráter interdisciplinar.

Os estudos sobre radioatividade, raios catódicos, elétrons, valência, espectroscopia e efeito Zeeman desenvolvidos ao final do século XIX contribuíram para o desenvolvimento das teorias atômicas do início do século XX. Outra contribuição nesse sentido foi dada pela teoria quântica que começava a se desenvolver procurando explicar a radiação do corpo negro e que teve implicações nas propostas dos modelos atômicos de John W. Nicholson e Niels Bohr, entre outros (Lopes, 2009, p. 5).

Assim, pode-se dizer que a interdisciplinaridade esteve presente no desenvolvimento da teoria atômica. Lopes (2009) afirma que “Thomson tinha conhecimento dos trabalhos que

vinham sendo desenvolvidos no campo da astroquímica, deixando claro que fazia conexões entre as pesquisas desenvolvidas para modelos em átomos terrestres e celestes” (p. 32). Fato que demonstra não se tratar de uma construção isolada de uma única área da Ciência.

Originalmente, pode-se afirmar que as concepções sobre o átomo foram retomadas por Dalton, muitos séculos depois das bases lançadas pelos filósofos gregos. Conforme a literatura, Dalton foi fortemente influenciado em sua formulação de uma teoria atômica por Newton, considerando a relevância da física clássica para sua época (Melzer; Aires, 2015). É curioso notar que:

[...] pode-se compreender que a teoria atômica foi construída a partir de uma série de trabalhos publicados por Dalton, todos eles com foco específico nas questões relacionadas aos gases e à composição da atmosfera. Ou seja, grande parte dos estudos pertencente à área de meteorologia (Melzer; Aires, 2015, p. 66).

Ainda, segundo Melzer e Aires (2015):

Lembrando que a construção do seu modelo começou em 1802 com a publicação da 1ª lei das misturas gasosas e terminou em 1810, com a publicação das mudanças teóricas ocorridas a partir de 1804, quando Dalton teve um encontro com T. Thomson e W. Henry, em que discutiram as bases da sua teoria atômica (Melzer; Aires, 2015, p. 66).

Assim, nota-se que existe todo um percurso histórico envolvido na formulação da teoria atômica proposta por John Dalton.

Com base nesta compreensão, pode-se afirmar que a teoria atômica de John Dalton, como publicada em sua forma final em 1810, passa por dois momentos distintos de construção: em um primeiro momento, Dalton baseou sua proposta em uma teoria ligada a seus estudos acerca da física proposta por Isaac Newton (na leitura do Principia e do Óptica), ancorada no corpuscularismo newtoniano. E um segundo momento, através de seus estudos sobre misturas gasosas (1802 e 1805), com todas as discussões e críticas feitas pelos seus contemporâneos que o fizeram analisar e conceber uma união entre a proposta Newtoniana de partícula com as propostas de afinidade química, ambas apresentadas em sua época. (Melzer; Aires, 2015, p. 66-67).

Nesse sentido, observa-se que a teoria de Dalton sobre o átomo passa por duas fases, sendo que ambas contribuíram para sua teoria final.

Ademais, para os propósitos do presente estudo, é válido resgatar-se a visão de átomo apresentada por diferentes pesquisadores, dentre as quais está a proposta por Thomson que “supunha que os corpúsculos ligados circulavam em anéis coplanares dentro de uma esfera uniformemente positiva” (Lopes, 2009, p. 35). Ainda, segundo Lopes (2009) “Thomson supôs

que os elétrons fossem responsáveis por toda ou pela maior parte da massa do átomo [...]” (Lopes, 2009, p. 35).

Ainda, Lopes (2009) traz um questionamento interessante ao abordar o modelo atômico de Thomson “Será que Thomson nunca pensou no átomo nuclear?” (p. 42). O autor enfatiza que mesmo sendo uma possibilidade que deve ter sido cogitada, a grande questão é que Thomson estava de certa forma “limitado” pelo conhecimento de sua época, regido pela física clássica.

Por fim, nas palavras de Lopes (2009):

Thomson foi um dos protagonistas dessa história. Sua preocupação com o “átomo químico” levou ao aprofundamento das relações entre estrutura da matéria e transformações químicas, fornecendo uma base sólida para o desenvolvimento de outras teorias no campo da química, que têm importância teórica, experimental e pedagógica até os dias de hoje, mesmo após o desenvolvimento da química quântica (p. 45).

Não menos importante, pode-se observar que a construção dos modelos atômicos demonstra que uma teoria está em constante aprimoramento, sempre sendo colocada à prova. Contudo, tal fato, nem sempre implica na refutação completa de tudo que foi construído até aquele momento, algo que pode ser bem exemplificado na constatação de que Ernest Rutherford, por exemplo, foi orientando de Joseph John Thomson. Ou seja, ele não começou algo completamente novo, mas se aproveitou de conhecimentos já existentes e se aprofundou em seu estudo.

A aquisição de um novo conhecimento se dá a partir dos conhecimentos anteriores, sendo usualmente difícil e problemática. Assim como os cientistas, relutamos em abandonar o conhecimento, as teorias já existentes. O abandono de uma teoria implica em reconhecer outra como melhor (Lang da Silveira, 1996, p. 227).

Um fato sobre a relação de Thomson com Rutherford no mínimo curioso relatado na literatura é que:

Em 24 de setembro de 1895 Thomson escreveu para Rutherford, que já estava em Londres, aceitando-o em seu laboratório e sugerindo que ele deveria tornar-se membro da Universidade. Como as normas da Universidade de Cambridge até aquele momento não permitiam a entrada de pesquisadores que tivessem sua graduação em outra Universidade, foi criada uma nova categoria de membros - “estudantes pesquisadores” - permitindo o ingresso de graduados em outras universidades que podiam atuar sob uma série de restrições de conduta. (Lopes, 2009, p. 78).

Desse modo, retomando-se as visões de átomo, pode-se dizer que “Rutherford defendia seu modelo como sendo um centro de carga concentrada, rodeado por uma distribuição esférica uniforme de cargas opostas de igual valor” (Melzer; Aires, 2015, p. 73).

Contudo, antes do trabalho de Rutherford e posteriormente de Bohr, já existiam discussões sobre o átomo nuclear (Lopes, 2009; Melzer; Aires, 2015). Sendo que é válido lembrar-se da proposta do físico japonês Hantaro Nagaoka (1865-1950), que concebia o átomo como sendo um:

[...] centro grande e carregado envolvido de anéis formados por corpúsculos que giravam com mesma velocidade ao seu redor. Com esta proposta era possível explicar vários fenômenos relacionados a diversas áreas de pesquisa. Porém, sua teoria encontrava um percalço com base na estabilidade de todo o sistema proposto, fazendo com que o tamanho e a energia da carga central fossem muito mais fortes que as cargas opostas que orbitavam ao redor do núcleo. Outro problema apresentado por este modelo era o da velocidade angular dos corpúsculos, que deveria ser muito alta, com valores que de acordo com a física clássica, eram difíceis de serem obtidos (Melzer; Aires, 2015, p. 71).

Apesar disso, Melzer e Aires (2015) acrescentam que:

Este modelo foi fortemente combatido por Schott, que enviou cartas a Nagaoka, apresentando as fragilidades da sua proposta, estabelecendo assim um debate teórico entre os dois pesquisadores. Schott discordava dos cálculos de Nagaoka e também dos valores de carga central e de velocidade angular dos corpúsculos ao redor no anel, travando um longo debate sobre a validade do modelo saturniano. Posteriormente, Nagaoka desistiu de sua proposta e se dedicou a outras áreas de pesquisa. Em carta enviada a Neils Bohr, Nagaoka demonstrou sua felicidade e satisfação ao reparar a grande similaridade entre a sua proposta e do modelo atômico de camadas de Bohr a partir da proposta de Rutherford (Melzer; Aires, 2015, p. 71).

Assim, faz-se relevante salientar a diferença entre as propostas de Thomson e Nagaoka, nesse sentido, segundo Lopes (2009) pode-se afirmar que:

A principal diferença entre o pensamento de Thomson e Nagaoka a respeito do assunto de que estamos tratando, foram suas concepções sobre a eletricidade, ou melhor, sobre as possibilidades de interpenetração entre diferentes cargas elétricas. Assim, no modelo proposto por Thomson, os elétrons giram dentro de uma esfera de carga positiva dispersa. Contrariamente, no modelo de Nagaoka, a carga positiva se restringe a uma partícula material central onde os elétrons não podem penetrar (p. 72).

Ainda, no que se refere às propostas de Rutherford e Nagaoka, Lopes (2009) salienta que:

É possível destacar que ambos os modelos acreditam na mesma disposição da(s) carga(s) positiva(s) no átomo. Todavia, a origem dos dois trabalhos é absolutamente diversa: espectroscopia para Nagaoka e dispersão de partículas α que atravessam a

matéria para Rutherford. Enquanto um teve preocupação em discutir a organização dos elétrons, o outro procurava determinar a organização da carga elétrica positiva no átomo. (p. 73)

Outrossim, é digno de nota que mesmo com Nagaoka desistindo de seu modelo e com o baixo destaque de sua concepção de átomo em seu tempo, “seu pressuposto inicial da relação entre as propriedades espectroscópicas, constância do momento angular e a estrutura do átomo mostrou-se fundamental para o desenvolvimento dos modelos da teoria quântica” (Lopes, 2009, p. 74).

Em seguida, temos um momento de ruptura com aquilo que a Ciência conhecia até o momento com o advento de uma nova concepção da Física sobre o mundo, especialmente aquele microscópico, do qual fazem parte os átomos. Com a impossibilidade de se permanecer fazendo uso da física clássica, tivemos a ascensão dos modelos quantizados, começando com a proposta de Bohr.

No entanto, o conceito de átomo por si só (mesmo com a ajuda dos modelos atômicos), não costuma ser apreendido facilmente. Considerando-se este fator, é importante que “[...] os alunos compreendam o que são modelos e como estes se relacionam com os fenômenos e suas representações” (Silva; Machado; Silveira, 2015, p. 106-107). Portanto, para falar de modelos atômicos, é preciso primeiro que os discentes saibam do que se trata um modelo.

Nas palavras de Melo e Lima Neto (2013):

Entendemos que os modelos científicos feitos sobre os sistemas são abstrações da realidade. Consequentemente, se não é feita com os alunos uma discussão sobre o quanto o modelo científico difere dos seus modelos de sentido comum, muito provavelmente prevalecerá nas mentes destes suas concepções cotidianas (p. 114).

Assim sendo, o que seria um modelo? Para Batista (2004) a definição de modelo é:

[...] um modelo é uma entidade natural ou artificial, relacionada, de alguma forma, à entidade sob estudo ou a alguns dos seus aspectos. Esse modelo é capaz de substituir o objeto (entidade) em estudo (isto é, de servir como uma “quasi-entidade” relativamente independente), e de produzir (sobre essa investigação) certos conhecimentos mediados concernentes à entidade sob estudo. (p. 466).

Deve-se ter em mente que tal definição, segundo Batista (2004), é uma generalização, levando-se em consideração que é praticamente impossível se ter uma única conceituação para o termo “modelo”. De modo que o mesmo pode ser entendido como:

[...] Um desenho, um diagrama, um esboço, uma ilustração, um objeto concreto (maquete), uma estrutura matemática (modelo simbólico), um software de

computador, uma cópia de alguma coisa (modelo icônico), tudo isso pode ser considerado modelo de algo. (Silva; Catelli, 2019, p. e20190029-7).

O termo originou-se no latim; posteriormente, encontram-se menções a ele durante a Idade Média e a Renascença. Enquanto isso, o modelo no âmbito das discussões científicas surge por volta do século XIX (Silva; Catelli, 2019).

Portanto, com a intenção de se facilitar a compreensão sobre modelos, um recurso muito utilizado não apenas na Química, mas também em outras áreas do conhecimento, são as analogias. A intenção é que se possa aproximar o estudante de conceitos que exigem muita abstração. “Nesse sentido, através das analogias os sujeitos podem observar semelhanças entre objetos, fenômenos, estruturas etc [...]” (Ramos; Mozzer, 2018, p. 106).

A utilização de analogias pode ser relevante por diversas razões, dentre elas, segundo Oliva (2008), está o fato de que servem para tornar conceitos mais facilmente assimiláveis, possibilitam que o abstrato se torne concreto e podem ser usadas também para motivação. Contudo, para que as analogias sejam usadas no ensino de ciências é preciso que se esteja atento a alguns fatores como diferenciar as analogias de outros dispositivos didáticos, ter claramente definidos os motivos pelos quais se resolveu trabalhar com analogias, conhecer como se dá o processo de aprendizagem através de analogias, entre outros (Oliva, 2008).

Na Química é bastante comum que os docentes façam uso de analogias para explicação dos modelos atômicos. Talvez uma das mais conhecidas seja a analogia feita entre o modelo atômico proposto por Thomson e o pudim de passas, uma “[...] sobremesa de origem inglesa, tradicionalmente servida no Natal” (Ramos; Mozzer, 2018, p. 108). No entanto, essa comparação pode não surtir o efeito esperado pelos educadores. Primeiramente, é válido esclarecer que, ao contrário do que afirmam alguns autores, não se trata de algo criado pelo próprio Thomson.

Ademais, para que uma analogia seja pertinente, se faz necessário, conforme já citado anteriormente, que exista um entendimento por parte do docente em relação a aprendizagem por meio de analogias. Assim, é importante citar que no estudo de Ramos e Mozzer (2018) a “[...] analogia com o “pudim de passas” parece não ter auxiliado os estudantes a formular uma explicação para o fenômeno de eletrização, uma vez que a grande maioria deles (58,1%) demonstrou confusão de ideias em suas tentativas de explicar o fenômeno” (p. 112). Sendo possível evidenciar que a analogia apresenta limitações que precisam ser consideradas.

Ainda, é interessante observar que o mesmo trabalho encontrou resultados positivos entre a analogia e o modelo, no entanto, ressaltando-se que os discentes apresentaram

dificuldades ao pensarem especificamente no “pudim de passas”, pois não é algo presente no cotidiano deles. De forma que o que facilitou a compreensão dos mesmos foi terem pensado em alternativas como o “panetone” (Ramos; Mozzer, 2018). Isto evidencia que a educação precisa ser pensada e repensada levando-se em conta o contexto cultural e local de cada população.

Contudo, outras analogias também são usadas para ensinar-se os modelos atômicos, um exemplo disso é a “bola de bilhar” para o modelo de Dalton e o “sistema planetário” para o modelo de Rutherford. De modo semelhante ao que acontece com a tentativa de explicar o modelo de Thomson, é possível afirmar que tais analogias possuem limitações que precisam e devem ser criticadas para construção de um saber científico. As dificuldades no entendimento dos modelos têm conduzido os pesquisadores a pensar em novas formas de trabalhar esta temática.

Desse modo, vem sendo apresentadas propostas como o uso de atividades lúdicas, recursos multimídia, atividades experimentais, entre outras (Benedetti Filho *et al*, 2009; Nery; Fernandez, 2004; Silva; Machado; Silveira, 2015). Tais iniciativas são importantes e podem, em conjunto com as analogias, serem importantes ferramentas no auxílio dos estudantes para um melhor entendimento da teoria atômica. No entanto, tendo-se a necessidade claro de avaliar-se até que ponto os discentes são favorecidos ou desfavorecidos por estas abordagens.

Assim, Melo e Lima Neto (2013) enfatizam que “Pela dificuldade que os alunos têm em migrar do macroscópico para o imaginado, eles podem estabelecer relações analógicas incorretas quando os limites de cada analogia não ficam bem definidos” (p. 115). Portanto, nem sempre podemos afirmar que as analogias conseguem favorecer o processo de aprendizagem dos estudantes.

Assim, ao pensar as analogias presentes nos modelos atômicos, logo poderia se tecer relações com o obstáculo verbal, definido como: “Uma única imagem, ou até uma única palavra, constitui toda a explicação” (Bachelard, 1996, p. 91). Pois, como é de conhecimento, por vezes, a ideia de átomo é concebida partindo dos modelos, não sendo incomum a utilização de analogias como “bola de bilhar”, “pudim de passas” e “modelo planetário”.

Nessa direção, abordamos nesta dissertação os obstáculos epistemológicos de Bachelard. Neste sentido, recorreu-se a trabalhos que já vem investigando os obstáculos epistemológicos na área de Ensino de Ciências e de Química, como Reis (2015), Reis, Kiouranis e Silveira (2017) e Guerra *et al* (2019).

Desse modo, Reis (2015) realizou sua pesquisa no curso de licenciatura em Química com um total de cinquenta e quatro discentes de uma Universidade Pública do Estado do Paraná.

Para coleta dos dados, fez uso de questionário, avaliação formal, além disso, também realizou o registro por meio de um diário e gravações. Desta maneira, especificamente em relação ao átomo, conseguiu identificar alguns obstáculos como o realista, verbal e o substancialismo.

Em relação ao obstáculo realista, Bachelard (1996) enfatiza que a “substância de um objeto é aceita como um bem pessoal” (p. 163). Desse modo, existe uma tendência à avareza, com uma supervalorização de “pedras preciosas”, mesmo com o avanço da ciência, gerando uma mistura entre o conhecimento fruto do senso comum e aquele que deveria possuir um caráter científico. O autor traz diversos exemplos como o entendimento a respeito dos possíveis efeitos medicinais do ouro e da esmeralda e até mesmo de “virtudes”. Ainda, Bachelard (1996) salienta que “atribuem-se à substância objetiva qualidades que não lhe pertencem” (p. 183). Portanto, o impedimento gerado pelo obstáculo realista, caracteriza-se por uma substituição do objetivo pelo subjetivo e, conseqüentemente, realiza-se a atribuição às substâncias de características que não possuem base na realidade.

O obstáculo verbal é apresentado por Bachelard (1996) como “[...] uma única imagem, ou até uma **única** palavra, constitui toda a explicação” (p. 91, grifo do autor). Com isso, Bachelard comenta a tentativa de explicar diversos fenômenos como o ar e, outros envolvendo eletricidade e magnetismo, através da figura de uma esponja. Assim, Bachelard (1996) salienta que “[...] o acúmulo de imagens prejudica evidentemente a razão, no qual o lado concreto, apresentado sem prudência, impede a visão abstrata e nítida dos problemas reais” (p. 93). Sendo a questão central tida como “[...] todo o seu pensamento se nutre dessa imagem, não consegue se desprejar de sua intuição primeira” (Bachelard, 1996, p. 93).

O obstáculo substancialista está relacionado com a tentativa de atribuição de qualidades às substâncias. Nessa perspectiva, Bachelard enfatiza que o conhecimento advindo do pensamento pré-científico ficou marcado por noções como a de chaves que poderiam ser utilizadas para abrir as substâncias, a possibilidade de virar do avesso e de vasculhar. Tais concepções, eram fruto da crença de que “**a substância tem um interior**” (Bachelard, 1996, 123, grifo do autor). Nesse sentido, Bachelard (1996) cita que “[...] para abrir uma substância, certo autor propõe que nela se bata com uma vara de fogo” (p. 124). Assim, o problema principal das explicações substancialistas está ligado com o fato de que a observação de um fragmento do todo é tomada como explicação suficiente. Não havendo mais necessidade de questionamentos (Bachelard, 1996).

Assim sendo, baseando-se nas publicações de Bachelard “Pluralismo Coerente da Química Moderna”, publicado em 1932 e “Experiência do Espaço na Física Contemporânea”, publicado em 1937; Reis, Kiouranis e Silveira (2017), discutem a visão de

Bachelard sobre os modelos propostos para explicação do átomo e também, tecem algumas aproximações sobre a forma como os modelos atômicos vem sendo ensinados e a epistemologia de Bachelard.

Ademais, na perspectiva de Guerra *et al* (2019) ao comentarem sobre o obstáculo verbal: “Nas aulas de ciências isso acaba acontecendo com frequência quando acontecimentos científicos são esclarecidos por usos de analogias, expressões, metáforas [...]” (p. 7). Autores como Reis, Kiouranis e Silveira (2017) afirmam que:

O problema discutido por Bachelard sobre o uso das imagens é que elas são resistentes no pensamento e podem impedir uma visão abstrata do fenômeno, como pode ser exemplificado por meio do uso das analogias, comumente utilizadas para discutir os modelos atômicos: o modelo de Dalton é comparado à bola de bilhar; o modelo de J. J. Thomson ao pudim de passas; o modelo de Bohr é também conhecido como modelo planetário, em uma analogia com o sistema solar (p. 19).

Além disso, segundo Guerra *et al* (2019):

Bachelard conclui que caso contrário, a analogia for utilizada em primeiro lugar no ensino de uma teoria, pode haver uma paralisação do pensamento, o aluno cria uma afeição àquela imagem e o conhecimento finaliza-se no campo da imagem, não gerando nenhuma dúvida a mais nos discentes, ficando assim finalizado. O aluno se apega e aceita essa aproximação como um estratagema conclusivo, podendo até estabelecer relações analógicas incorretas e inviabilizando a abstração necessária do conteúdo (p. 8-9).

Portanto, o processo de construção do saber fica prejudicado, reforçando o papel do professor enquanto mediador do conhecimento, as analogias podem ter sua utilidade. Contudo, o docente continua tendo um papel central, não podendo lançar um conceito sem considerar e discutir sua contextualização sociocultural bem como histórica. Assim, nas palavras de Reis (2015): “[...] os professores aceitam como certa a analogia e não procuram compreender o que ela significa para o estudante. Por isso, Bachelard destaca a necessidade de problematizar as palavras e as analogias [...]” (p. 28).

Outro campo disciplinar que aborda modelos no ensino, é a disciplina de Biologia. Um modelo bem conhecido é a Dupla Hélice do DNA. Muitas vezes nessa disciplina adota-se uma prática experimental que consiste na extração do DNA na banana, diante do modelo de dupla Hélice apresentado nos livros didáticos, percebe-se uma expectativa dos estudantes em visualizar o modelo, entretanto, não é possível a olho nu. Diante disso, observa-se um obstáculo verbal, aceitando como verdade a analogia.

Encerrada a revisão teórica, o próximo capítulo dedica-se à descrição dos procedimentos metodológicos que orientaram o desenvolvimento deste estudo, incluindo o

local da pesquisa, os instrumentos empregados para a coleta de dados e o método de análise adotado.

3 METODOLOGIA

O presente estudo se caracteriza como uma pesquisa com abordagem qualitativa exploratória. A pesquisa qualitativa, segundo Minayo (2009): “[...] se ocupa, [...], com um nível de realidade que não pode ou não deveria ser quantificado. [...] trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes” (p. 21). No âmbito de uma pesquisa qualitativa, percebe-se uma aproximação desta pesquisa com um estudo de caso. Conforme Yin (2001), o estudo de caso é adequado quando se tem como forma de questão de pesquisa o “como” e o “por que” e não se exige controle sobre eventos comportamentais; além disso, quando se deseja focar em acontecimentos contemporâneos.

3.1 Cenário de pesquisa e sujeitos da pesquisa

Participaram doze discentes do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins. O instrumento de coleta de dados utilizado foi o questionário (Apêndice A) aplicado como parte da Sequência Didática (SD) intitulada “A teoria atômica mediada pelas TDICs” (Apêndices C, D e E). A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Universidade Federal do Tocantins - UFT (Número do Parecer: 6.471.938) (ANEXO A). Antes da coleta dos dados com os estudantes, foi solicitada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice B).

3.2 Instrumentos de coleta de dados

O questionário consistiu em perguntas abertas (respondidas com as palavras do sujeito) e fechadas (Severino, 2007). Em seguida, prosseguiu-se com a (SD), com a finalidade de aprofundar as respostas dos discentes presentes no questionário, deixando eles falarem de maneira espontânea, sem intervenções do entrevistador, salvo em caso de necessidade.

A SD pode ser definida como “[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos [...]” (Zabala, 1998, p.18).

Assim, a SD foi organizada e aplicada em três aulas de 3 horas (Quadro 3) cada uma considerando-se a carga horária da disciplina. A turma escolhida foi a da disciplina de “Introdução à Química”, a disciplina é optativa e, especificamente, no caso dessa turma, se caracteriza por ter discentes matriculados ingressantes e calouros. A decisão por trabalhar com estes acadêmicos se deu tanto pelo seu perfil (consistindo em um público de discentes de

períodos iniciais e outros mais avançados) como também por ser uma disciplina que ministrei no Curso de Licenciatura em Química. Nesse sentido, atuei como professor substituto na UFNT de 2022 a 2024, sendo a SD executada entre os meses de novembro e dezembro de 2023 no campus de Araguaína - TO.

Quadro 3 - Etapas da Sequência Didática

Etapas	Objetivo	Data
1ª etapa - uma aula (3 horas)	Apresentar para os alunos o contexto histórico das teorias atômicas e os obstáculos epistemológicos de Bachelard.	29/11
2ª etapa - uma aula (3 horas)	Discutir as produções audiovisuais sobre a teoria atômica.	06/12
3ª etapa - uma aula (3 horas)	Socializar as produções dos licenciandos de Química sobre o uso de TDICs na teoria atômica.	13/12

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Outrossim, é uma disciplina que foi criada com a intenção de apresentar os conceitos iniciais em química para os discentes. Para mais informações, recomenda-se a consulta aos apêndices (C, D e E) onde foram disponibilizados os planos de aula produzidos para a realização da SD.

Pensando que um dos objetivos desta pesquisa se refere ao uso das TDICs como instrumentos de mediação, optou-se por se trabalhar como ferramentas tecnológicas e digitais ao longo da SD. Pode-se citar o uso de notebook, datashow, AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem), vídeos da plataforma YouTube. Ainda, pensando-se na posterior análise do material, realizou-se o registro da SD com o auxílio de um gravador.

As respostas dos questionários e as discussões e produções no âmbito da SD foram analisadas a partir da ótica da análise de conteúdo, conforme Bardin (2018).

3.3 Análise de conteúdo

A análise dos dados é uma etapa que “envolve a descrição dos procedimentos a serem adotados tanto para análise quantitativa (p. ex.: testes de hipótese, testes de correlação) quanto qualitativa (p. ex.: análise de conteúdo, análise de discurso)” (Gil, 2002, p. 163). Para os fins

do presente estudo optou-se por se valer da Análise de Conteúdo (AC), considerando-se que se almeja captar as informações a partir do discurso dos estudantes.

[...] a análise de conteúdo pode ser, sem dúvida, um instrumento de grande utilidade em estudos, em que os dados coletados sejam resultados de entrevistas (diretivas ou não), questionários abertos, discursos ou documentos oficiais, textos literários, artigos de jornais, emissões de rádio e de televisão. Ela ajuda [...] a retirar do texto escrito seu conteúdo manifesto ou latente. (Oliveira *et al.*, 2003, p. 5)

Assim, é importante definir-se o que é a Análise de Conteúdo, com tal fim, Oliveira *et al* (2003) afirmam que:

Pode-se dizer que a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de exploração de documentos, que procura identificar os principais conceitos ou os principais temas abordados em um determinado texto. Ela começa, geralmente, por uma leitura flutuante por meio da qual o pesquisador, num trabalho gradual de apropriação do texto, estabelece várias idas e vindas entre o documento analisado e as suas próprias anotações, até que comecem a emergir os contornos de suas primeiras unidades de sentido. Estas unidades de sentido - palavras, conjunto de palavras formando uma locução ou temas - são definidas passo a passo e guiam o pesquisador na busca das informações contidas no texto (p. 6).

Ainda, segundo Gil (2002), “Essa técnica possibilita a descrição do conteúdo manifesto e latente das comunicações. Pode ser utilizada, por exemplo, para examinar [...] o preconceito de raça e de gênero subjacente aos textos escolares.” (p. 89).

Neste ínterim, um bom exemplo da pesquisa realizada pelos pesquisadores que se utilizam da análise de conteúdo é apresentado por Lima (2014):

À semelhança do que fazem os estatísticos com a análise de dados quantitativos, também os analistas de conteúdo procuram sintetizar e reduzir a quantidade de informação disponível, para chegarem a uma interpretação das principais tendências e padrões presentes nos seus dados. (p. 7).

Ademais, Oliveira *et al* (2003) acrescentam que:

O objetivo de toda análise de conteúdo é o de assinalar e classificar de maneira exhaustiva e objetiva todas as unidades de sentido existentes no texto. Além de permitir que sobressaiam do documento suas grandes linhas, suas principais regularidades (p. 6).

Portanto, a Análise de Conteúdo (AC) realizada nesta pesquisa estará embasada em Bardin (2018). Assim, é relevante ressaltar que Bardin (2018) divide a AC em três: 1. a pré-análise; 2. a exploração do material (codificação e categorização); 3. o tratamento dos resultados marcado pela inferência e a interpretação.

Portanto, primeiramente será feita a organização da análise. Em seguida, a codificação e categorização. Por último será realizada a interpretação inferencial.

A etapa da codificação consiste em “[...] três escolhas: - O recorte (escolha das unidades); - A enumeração: escolha das regras de contagem; - A classificação e a agregação: escolha das categorias” (Bardin, 2018, p. 129).

Ainda, referente a essa segunda fase da AC, Bardin (2018) diz que: “A categorização é um processo do tipo estruturalista e compreende duas etapas: o inventário: isolar os elementos; a classificação: repartir os elementos, e portanto procurar ou impor uma certa organização às mensagens” (p. 146).

Mediante o exposto anteriormente, consideramos importante aprofundar as principais etapas da segunda fase da Análise de Conteúdo referente a complexidade que envolve o movimento de categorização. Estas são:

1-Organização do material de trabalho, definida como:

Uma vez que a análise de conteúdo foi julgada pelo pesquisador como sendo o melhor método para responder aos objetivos globais de sua pesquisa, é necessário constituir e organizar o material de trabalho. Este poderá, por exemplo, ser composto de entrevistas transcritas de alunos, professores, funcionários da escola, documentos emitidos pelo Ministério da Educação e Cultura, artigos de jornais, etc [...] (Oliveira *et al.*, 2003, p. 6-7).

2-Definição das unidades de registro:

A segunda etapa consiste na definição das unidades de registro, que serão utilizadas pelo pesquisador. Estas, como já foi dito, podem ser constituídas por palavras, conjunto de palavras (que pode corresponder, entre outros, a **slogans**, pronomes, locuções adverbiais, locuções verbais...) ou temas. Alguns pesquisadores poderão ainda adotar, como unidade de registro, um personagem, um acontecimento ou até mesmo um objeto [...] (Oliveira *et al.*, 2003, p. 7, grifo do autor).

3-Definição de categorias, entendida como a seguir:

A terceira etapa da pesquisa consiste na definição das categorias. **Esta etapa é muito importante, pois a qualidade de uma análise de conteúdo possui uma dependência como o seu sistema de categorias.** A categorização gera classes que reúnem um grupo de elementos da unidade de registro. As classes são compiladas a partir da correspondência entre a significação, a lógica do senso comum e a orientação teórica do pesquisador [...] (Oliveira *et al.*, 2003, p. 9, grifo do autor).

4-A codificação (enumeração) e análise frequencial:

A construção de uma grade, seja ela baseada em palavras, conjunto de palavras ou temas, definidos previamente ou não, depende de um sistema de codagem. Cada

palavra, conjunto de palavras ou temas assinalados no texto, assim como cada categoria, deve ser precedida por um número. A **grade deverá também ser submetida a uma análise frequencial que permitirá saber quantas vezes determinado tema ou palavra aparece no texto** (Oliveira *et al.*, 2003, p. 12, grifo do autor).

No entanto, apesar da Análise de Conteúdo ter um certo rigor científico, isso não significa que ela seja inflexível. Existem algumas limitações que devem ser consideradas. Por exemplo: “[...] a análise de conteúdo temática tem sido considerada subjetiva e até mesmo impressionista, pois desde o início ela repousa sobre uma atividade interpretativa e uma “codificação intuitiva” do pesquisador” (Oliveira *et al.*, 2003, p. 15).

Além do mais, outra crítica que tem sido feita é em relação ao fato de tentar-se atribuir a um tema recorrente um grau de relevância maior, enquanto isso, um de menor frequência teria um grau de importância menor, contudo, não é possível afirmar isto apenas com base na frequência com que um tema aparece durante a análise dos dados (Oliveira *et al.*, 2003, p. 15). Em síntese, ressaltamos que consideramos tais aspectos ao longo do desenvolvimento da presente pesquisa.

Ademais, na construção da terceira fase, referente a inferência e a interpretação, pretende-se tecer reflexões e discussões sobre os resultados obtidos com base nos obstáculos epistemológicos de Bachelard (1996) e na literatura sobre as TDICs na educação em Ciências.

4 TDICS E OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS NO ENSINO DE TEORIA ATÔMICA NA FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE QUÍMICA DA UFNT

Os resultados estão estruturados da seguinte forma: em um primeiro momento, são apresentadas as concepções já existentes sobre as TDICs apontadas pelos acadêmicos, trazendo também indícios iniciais da relação dessas tecnologias com o ensino de Química. Essa relação, entretanto, será explorada de forma mais aprofundada no tópico seguinte. Por fim, discutem-se os obstáculos epistemológicos e a teoria atômica na formação do professor de Química.

4.1 Concepções de TDICs

Assim, com a intenção de conhecer as concepções dos estudantes sobre as TDICs, buscou-se inicialmente identificar aqueles que já tinham algum conhecimento sobre o tema. É importante, contudo, ressaltar que já ter ouvido falar, por vezes, não significa conhecer com profundidade. Assim, mesmo considerando-se que a tecnologia permeia a vida dos acadêmicos em geral, isso não significa dizer que os mesmos façam seu uso com finalidades pedagógicas. Algo já evidenciado na literatura (Bento; Cavalcante, 2013; Bergmann *et al.*, 2021).

Na última questão do questionário, indagou se o docente considera o celular um recurso pedagógico. A maioria reconhece o celular como recurso pedagógico, as justificativas para tal são: “necessidade de planejamento prévio”, “alguns modelos possuem internet e podem facilitar as pesquisas e dúvidas em sala de aula”, **“deve haver uso consciente por parte do aluno”**, “se usado corretamente, o aluno em geral não usa o celular para aumentar seus conhecimentos e sim só para mandar mensagem”. Dos 14% da população do estudo que desconsideram o celular um recurso pedagógico justificaram: “outros recursos deveriam ser melhor trabalhados em sala de aula, como os computadores da sala de informática, lousa digital” “não” “nem todos têm acesso à internet, usam para fins próprios e podendo usá-lo contra você” (Bento; Cavalcante, 2013, p. 118, grifo nosso).

O resultado aponta que 8 (oito) estudantes já tinham ouvido falar sobre TDICs e 4 (quatro) relatam que não ouviram a respeito desse termo. Considerando-se que, conforme já exposto anteriormente, ainda existe uma “confusão”, ou seja, uma falta de estudos que sistematizam conceitualmente e historicamente essa temática na própria literatura científica. Desse modo, é comum se ter autores que utilizam TICs e TDICs como termos intercambiáveis.

Coadunamos com

As TDICS são compreendidas através da visualização de diversos dispositivos como os mais comuns smartphone, celular, tablet, laptop, entre outros, adaptamos às novas tecnologias da informação e de comunicação, como meios tecnológicos

que interagem através de seres humanos máquinas, aos quais tem estreitado as relações da sociedade na busca do conhecimento, formatando novas culturas e novos comportamentos e possibilitando a resolução de problemas, que serve para facilitar a nossa dinâmica do dia a dia, uma vez que as mesmas já se fazem presente mesmo que ainda não compreendida em sua totalidade e utilidades. (Santana *et al.*, 2021, p. 2094).

Concordamos com Kurz; Bedin (2019) que definem as TICs como: “[...] as TIC se caracterizam como aspectos fundamentais para ensino de Ciências em detrimento da busca por uma compreensão concisa de mundo, bem como de modo a atender as demandas da sociedade”.

Em seguida, apresentamos os resultados das respostas do questionário sobre a relação entre as TDICs e o ensino de química “as questões do questionário foram: ‘É comum que os professores se utilizem de tecnologias durante o decorrer das aulas?’ e ‘Você consegue estabelecer alguma relação entre o uso da tecnologia e o aprendizado de conceitos de química?’”. Esse instrumento de pesquisa utilizado durante a aplicação da SD, demonstra que 10 (dez) estudantes responderam que é comum que os professores se utilizem de tecnologias no decorrer das aulas e 11 (onze) disseram que é possível estabelecer alguma relação entre o uso da tecnologia e o aprendizado de conceitos de química. Além disso, partindo-se das falas dos discentes durante a SD, foi possível construir a categoria inicial “TDICs” (Quadro 4).

Quadro 4 - Categoria inicial: TDICs

Unidades de contexto	Unidades de significação	Categorias	Número de citações/frequência
Muita coisa. Eu lembrei o nome dos equipamentos que a gente tem lá disponível, é os Chromebook , que é um computador que parece que vira um tablet. Eu acho que tem uns dez disponíveis lá.	Chromebooks/Computador	Dispositivos físicos	29
No meu tempo tinha só um datashow e era uma briga	DataShow		
O professor X, no notebook dele não tem. O Y que teve que rotear.	Notebook		
Eu acho que o maior empecilho aqui é a internet	Internet	Internet/Inteligência Artificial	16
Quero agradecer ao chat GPT	chat GPT		
O YouTube , também, dependendo do conteúdo você vai ter uma variedade de vídeos, professores	YouTube		

diferentes com métodos diferentes, abordagem diferente, que pode ajudar melhor.		Redes sociais	29
Agora, uma coisa que ajuda mais que o TikTok, é o Instagram	Instagram		
Aqueles TikTok de curiosidade, tem muita coisa...	TikTok		
Acho que o Facebook ..	Facebook		

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

No que se refere a pergunta 11, os acadêmicos foram questionados em relação a qual seria a relação (em caso de resposta afirmativa) com o ensino/aprendizado de Química. Nesse sentido, obteve-se as respostas abaixo (Quadro 5).

Quadro 5 - Relação entre o uso da tecnologia e o aprendizado de conceitos de química.

Acadêmico	Resposta
A1*	A maioria dos professores utilizam datashow para administrar aulas, em alguns sentidos ajudam em outros não. O youtube é uma ferramenta também na qual esclarece certos assuntos , mas podem ser difíceis e confusos para compreender.
A2	Os conceitos de química podem ser ministrados pelo professor com o auxílio de slides , internet, textos em PDF.
A3	Em slides contendo conteúdos sobre o assunto, vídeos através do youtube.
A4	Youtube, slides , filmes ajudam nos aprendizados de conceitos de química
A5	vídeos aulas, youtube, sites...
A6	Pois muitos conceitos, fórmulas podem ser encontrados excelentes vídeos , mapas mentais explicativos que auxiliam na compreensão dos mesmos.
A7	entendo que em uma aula online se passa de 40 minutos a noite não tem como mais assimilar nada
A8	Os equipamentos são cada vez mais modernos como por exemplo os telescópios possibilitando alcançar além da visão humana
A9	Através de gráficos, imagens, vídeos , esquematizações e entre outros
A10	O uso de métodos que possam facilitar a visualização do movimento de moléculas usando site ou aplicativo .
A11**	modelos 3D , ou projetores para ser possível visualizar estruturas químicas ou

	modelos, conceitos químicos em geral em três dimensões.
A12	Ajuda com entendimento do conteúdo e explicação quando o aluno não consegue.

*Visando garantir o anonimato das respostas, optou-se por se fazer uso de siglas, portanto: A1 (Acadêmico 1); A2 (Acadêmico 2) e, assim por diante.

** Acrescenta-se que o A11 não marcou nenhuma alternativa apresentada no questionário (questão fechada), contudo, respondeu a questão aberta.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Observa-se que muitas respostas fornecidas pelos acadêmicos apenas citam tecnologias utilizadas pelos professores. Em um primeiro momento, inferimos que essas respostas se constituem como evidências da dificuldade de os discentes perceberem o potencial do uso dos recursos tecnológicos disponíveis no seu dia a dia para fins educacionais. Assim, acredita-se que não é possível estabelecer uma relação entre o já ter ouvido falar e o conhecer com profundidade didática-pedagógica. Sobre as TDICs e a formação de professores, Kurz; Bedin (2019) citam que:

[...]somente será viável à formação do aluno se esta ocorrer desde o início do processo de escolarização, sendo desafiado a observar, analisar, propor e avaliar hipóteses, de modo que seja capaz de arquitetar e buscar soluções para situações-problema. Para tanto, a ação docente, com base na utilização das TIC, é essencial ao decorrer desta construção (Kurz; Bedin, 2019, p. 215).

Entretanto, buscamos combater neste trabalho a visão salvacionista das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de Química. Pois, mesmo que uma atividade faça uso das TDICs, não existe garantia de que a mesma terá um resultado satisfatório. Como podemos observar nos resultados do trabalho desenvolvido por Corrêa *et al* (2020):

Na terceira e última questão foi interrogado se a atividade proposta auxiliou na aprendizagem sobre o conteúdo evolução dos modelos atômicos e por quê? Dentre os respondentes, 96% afirmaram que sim, [...], **entretanto poucos alunos dissertaram como a atividade desenvolvida, favoreceu o processo ensino-aprendizagem** (Corrêa *et al.*, 2020, p. 8).

Nessa perspectiva, defendemos a relevância de que, inicialmente, o futuro professor tenha domínio/familiaridade sobre a tecnologia que almeja utilizar em sala de aula e, além disso, objetivos claros sobre o que deseja alcançar. Referente a utilização das TDICs e sobre a sua experiência com esse tipo de recurso, Cunha; Santos e Santos (2020) afirmam que:

[...] os professores tiveram boas e satisfatórias experiências. **Porém, apesar de ressaltar os aspectos positivos do uso das TICs em sala, alguns professores**

confessaram ter dificuldades em manusear tecnologias (Cunha; Santos; Santos, 2020, p. 25-26, grifo nosso).

Assim, aponta-se que o uso das TDICs no ensino de Química e, especialmente, da teoria atômica só obterá êxito se for feito com planejamento e orientação (Dos Santos; Tamiasso Martinhon; Sousa, 2024).

4.2 Analogias no ensino de química

Nesse tópico da dissertação, apresentamos as respostas referentes Os a utilização de analogias para o ensino de conceitos de química pelos professores, como podemos verificar no (Quadro 6).

Quadro 6 - O uso de analogias para o ensino de Química.

Acadêmico	Resposta
A1	Sim, isso acontece frequentemente sobre o pudim de passas na qual relacionam com um átomo. A dança dos elétrons essa analogia é usada para explicar as reações químicas.
A2	É comum sim, um exemplo de analogia é a comparação do átomo com uma “bola de bilhar” para mostrar que o átomo era uma esfera maciça e indestrutível.
A3	Sim. Comparar os átomos com um quebra-cabeça
A4	Sim, comparar objetos com a geometria molecular
A5	Sim, vídeo aulas, slides, exemplos do dia a dia que relacione com o conteúdo.
A7	Sim, a maioria usa o “pudim de passas” e “bola de bilhar”
A8	Para mim não foi muito comum, os conceitos que eu lembro era mais devido por exemplo (todo que nasce morre)
A9	A analogia da bola de bilhar que se diz “descrita” por Dalton e o pudim de passas “descrita” por Thomson.
A10	Sim, a analogia para explicar a molécula da água usando a analogia de bolinhas e traços
A11	Sim

Observação: os acadêmicos A6 e A12 não responderam.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Nota-se pelas respostas dos estudantes, a presença de analogias no ensino de Química, sendo a da “bola de bilhar” e a do “pudim de passas” citadas com frequência (conforme as respostas dos acadêmicos A1, A2, A7 e A9). É importante ressaltar que o uso de analogias e desta última, em especial, já vem sendo alvo de investigação por autores como Souza, Justi e Ferreira (2006), Silva e Terrazzan (2008) e Ramos e Mozzer (2018).

Desse modo, buscando aprofundar as repostas identificadas, os acadêmicos foram perguntados sobre qual seria sua concepção de átomo partindo da analogia conhecida como “pudim de passas” ou “pudim de ameixas” (Quadro 7).

Quadro 7 - A analogia conhecida como “pudim de passas” ou “pudim de ameixas”, de átomo.

Acadêmico	Resposta
A1	A concepção de átomo seria onde o pudim de passas é o átomo e as passas são as partículas como prótons, elétrons e nêutrons.
A2	uma partícula macia, e as passas seriam os elétrons ao redor do núcleo.
A3	Os átomos são como as passas ou ameixas dentro do pudim, representando as partículas fundamentais que compõem a matéria.
A4	Pudim de ameixas possui um núcleo pequeno, massa macia em sua volta, e maciço e neutro sem carga elétrica.
A5	Macio
A7	É que com o tempo e as novas tecnologias as concepção ficam mais claras e nítidas com mais tecnologia.
A9	Que é uma estrutura gelatinosa positiva incrustada de partículas negativas.
A10	De que o átomo sendo uma massa carregadamente positivamente com cargas negativas espalhadas dentro do pudim, como passas.
A11	Seria um núcleo maior com um espaço vazio e elétrons distribuído de maneira aleatória ao redor do núcleo.

Observação: os acadêmicos A6, A8 e A12 não responderam.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

De modo geral, as respostas revelam concepções confusas sobre a analogia do pudim de passas, em especial no que se refere à atribuição de qualidades concretas ao átomo (‘macio’, ‘gelatinoso’) e à associação equivocada das passas às partículas subatômicas.

Assim, nota-se na fala do acadêmico A1 no Quadro 7 “[...] as passas são as partículas como prótons, elétrons e nêutrons”, um possível obstáculo epistemológico, pois existe uma associação entre as passas e as partículas subatômicas. Demonstrando que “[...] o acúmulo de

imagens prejudica evidentemente a razão, no qual o lado concreto, apresentado sem prudência, impede a visão abstrata e nítida dos problemas reais” (Bachelard, 1996, p. 93).

Além disso, destaca-se a resposta de A5 no Quadro 7 ao se referir a analogia do pudim de passas, no qual estabelece como sua concepção de átomo sendo algo “macio”, é possível que a associação se deva ao fato de os mesmos tentarem resgatar alguma característica do pudim brasileiro. Cujo aspecto difere da versão inglesa (versão importada para o ensino de Química, sendo uma receita desconhecida e distante da culinária Brasileira). Ademais, identifica-se no uso da expressão o obstáculo realista bachelardiano, onde tenta-se atribuir qualidades a um objeto que não são próprias. Pois, como poderíamos afirmar que o átomo é “macio”?

Ainda, outra pergunta dizia respeito ao fato de já terem estudado algum conceito que tivesse sido trabalhado com o auxílio de analogias (Quadro 8).

Quadro 8 - Conceitos trabalhados no ensino de Química através de analogias.

Acadêmico	Resposta
A1	Não. não lembro.
A2	Sim. O conceito de átomo ao longo da evolução de seus modelos, como o modelo da bola de bilhar e pudim de passas.
A3	Sim. A comparação dos átomos o quebra-cabeça, como as peças se encaixam perfeitamente para formar uma molécula.
A4	não
A5	Sim, relacionam teorias como pudim de passas, bola de bilhar com o conceito atômico.
A7	Sim, a resposta de 12 modelos atômico
A8	Que eu me lembre, não!
A9	Sim. Bola de bilhar e pudim de passas.
A10	Sim, modelo atômico de Bohr.
A11	Sim, os modelos atômicos como a bola de bilhar de Dalton e o pudim de passas de Thomson

Observação: os acadêmicos A6 e A12 não responderam.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Destacamos que a maioria lembra sim de já ter estudado conceitos com analogias (modelos atômicos aparecem repetidamente: “bola de bilhar”, “pudim de passas”, “modelo de Bohr”). Mas também há alguns que dizem que não se lembram (A1, A4, A8), o que mostra

certa lacuna na apropriação dessas experiências. Ademais, observa-se na resposta de A3 uma analogia ligada ao conceito de molécula, onde os átomos são entendidos como as peças de um quebra-cabeça. Nesse sentido, é importante salientar que o uso de recursos para o ensino de Química não está restrito à teoria atômica. Fato que pode ser verificado ao consultar a literatura e observar temas como alotropia, ligações químicas e outros sendo abordados com o uso de diferentes analogias nos livros didáticos do ensino médio (Amaral, Soares, Melo, 2020). A seguir, serão apresentados os resultados obtidos no decorrer da sequência didática.

No Quadro 7, percebe-se que o ensino da teoria atômica foi marcado pelo uso excessivo de analogias. Nesta pesquisa, propomos refletir e discutir de que modo tais analogias podem se configurar como Obstáculos Epistemológicos — em especial, o obstáculo realista apontado por Bachelard (1996). Após essa análise, apresentaremos novos resultados relacionados aos obstáculos epistemológicos e à teoria atômica na formação do professor de química.

4.3 Obstáculos epistemológicos e teoria atômica na formação do professor de química

O quadro abaixo (Quadro 9) apresenta alguns momentos da sequência didática aplicada com os acadêmicos do curso de Química Licenciatura da Universidade Federal do Norte do Tocantins.

Quadro 9 - Momentos da Sequência Didática

Etapas	Momentos
1	1. Conceitos históricos sobre a teoria atômica por meio de slides (perguntas: Como foi o ensino sobre a teoria atômica na educação básica? Foi apresentado analogias no ensino da teoria atômica? Quais? Como você avalia o uso dessas analogias para aprendizagem sobre o átomo?); 2. Problematizar as analogias, os modelos e os esquemas utilizados para explicar a teoria atômica; 3. Pesquisa sobre vídeos que versam a respeito da teoria atômica.
2	1. Discussão sobre os vídeos; 2. Apresentar vídeos sobre a teoria atômica;

	<p>3. Os alunos apresentam as dificuldades e possibilidades sobre o uso das TDICs na teoria atômica;</p> <p>4. Produção de um relato de como foi trabalhado a teoria atômica dentro da educação básica, tecendo críticas com base em Bachelard? (Resgatar o LD da época? O nome da escola e o município; episódio na educação básica ou em uma situação de regência na formação inicial? Enviar no AVA até terça (12/12/2023).</p>
3	<p>1. Socialização dos relatos produzidos pelos alunos;</p> <p>2. Discutir as pesquisas trazidas pelos alunos com base nos obstáculos epistemológicos;</p> <p>3. Solicitar aos alunos a produção de um trabalho escrito sobre os vídeos encontrados na plataforma YouTube.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

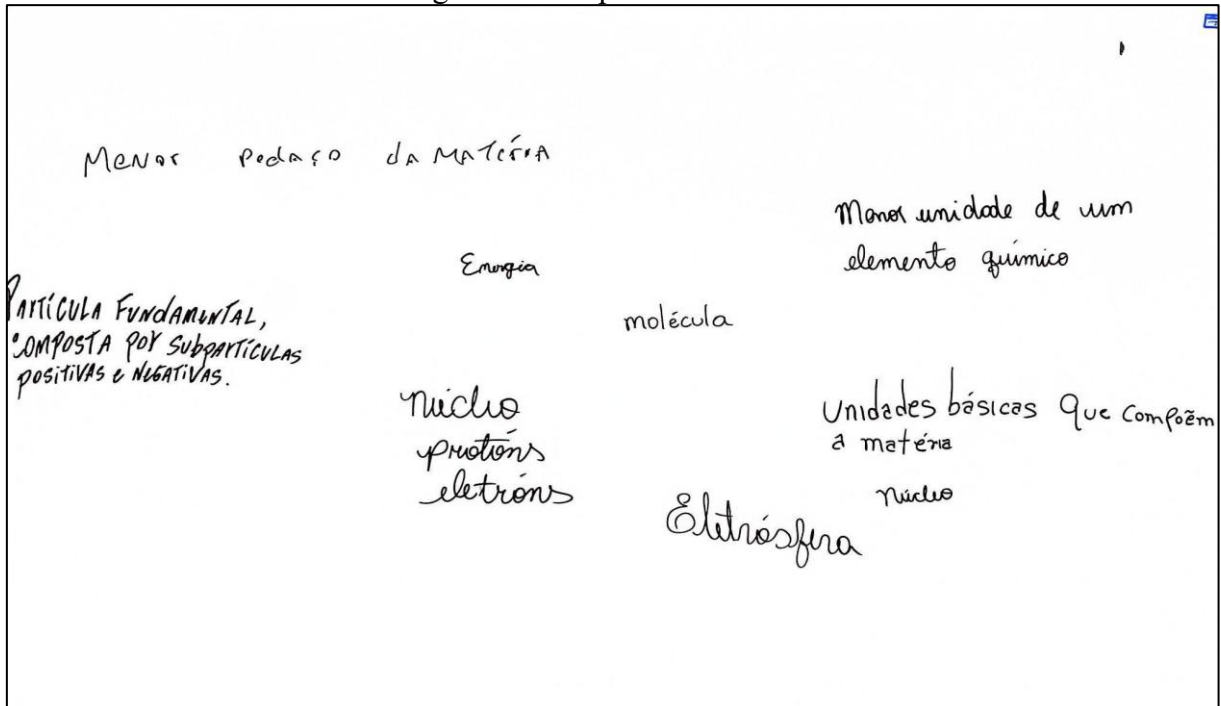
No primeiro encontro, o momento inicial da aula consistiu em montar uma tempestade de ideias com base na indagação: O que vem na cabeça ao se falar em átomo? (Figura 1). Contudo, alguns não quiseram participar, conseqüentemente, as contribuições foram inferiores ao total de participantes da presente pesquisa. Foi possível observar uma variedade de respostas, tal fato é esperado ao se considerar os diversos conceitos que os acadêmicos aprenderam no decorrer de sua trajetória estudantil.

Desse modo, ainda em relação a Figura 1, chama nossa atenção e desperta também a nossa preocupação como docente, a utilização das expressões “menor pedaço da matéria”, “unidades básicas que compõem a matéria” e “menor unidade de um elemento químico”, considerando-se o conhecimento atual que temos sobre a estrutura atômica. Reis (2015) menciona achados semelhantes quando os sujeitos de sua pesquisa foram indagados sobre sua definição de átomo. Assim, pelo menos três estudantes aparentemente concebem o átomo de acordo com o modelo atômico de Dalton. Outros fazem referência a partículas subatômicas e regiões do átomo (eletrosfera e núcleo).

Enquanto isso, ainda há dois (2) estudantes que citaram “energia” e “molécula” (Figura 1). O uso de “energia” pode estar associado com a concepção de átomo proposta por Bohr. Embora, não se possa negar as contribuições de tais modelos para o entendimento da estrutura atômica, nota-se que nenhum estudante fez uma menção sobre o átomo conforme proposto pelo modelo quântico de Schrödinger. Contudo, tal fato não é uma surpresa, considerando-se a dificuldade de aprendizado do referido modelo até mesmo no Ensino Superior; ainda que

existam avanços no desenvolvimento de alternativas para o ensino dos modelos atômicos, especialmente de aspectos relacionados com a mecânica quântica (Aquino Junior, 2013; Feitosa *et al*, 2020).

Figura 1 - Tempestade de ideias



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Logo depois, buscou-se apresentar conteúdos referentes à teoria atômica na realização da Sequência didática: primeiras noções de átomo, O átomo de Dalton, Os experimentos de Crookes, O átomo de Thomson, Rutherford, Natureza ondulatória da luz, Espectros de linhas, Energia quantizada e fótons, Comportamento ondulatório da matéria e o átomo moderno. Para tanto, recorreu-se a uma abordagem histórica. Considerando-se que um dos objetivos específicos foi justamente apresentar os conceitos históricos sobre a teoria atômica por meio de slides. (Apêndice G). Para tanto, em um primeiro momento, alguns questionamentos direcionaram o diálogo com os acadêmicos:

- 1-Como foi o ensino sobre a teoria atômica na educação básica?
- 2-Foi apresentado analogias no ensino da teoria atômica? Quais?
- 3-Como você avalia o uso dessas analogias para aprendizagem sobre o átomo?

Assim, durante a realização da sequência didática, inicialmente abordamos os conceitos de átomos dos filósofos gregos Leucipo e Demócrito. Em seguida, comentou-se sobre o poema *De Rerum Natura* "Sobre a natureza das coisas" de Tito Lucrécio Caro; *Sceptical chemist* "O químico cético"- a contribuição de Boyle; O Átomo de Dalton; O Átomo de Joseph John

Thomson, Contribuições de William Nicholson e Anthony Carlisle, Humphry Davy e Michael Faraday. Prosseguiu-se, abordando a contribuição de William Crookes.

Nesse sentido, não apenas apresentou-se os modelos propostos, mas também se comentou sobre o local de nascimento, prêmios recebidos, fatos sobre suas vidas não tão conhecidos (por exemplo, a influência do pensamento de Newton no modelo de Dalton).

Logo após, tratou-se da importância da Radiação e radioatividade para o entendimento do átomo, trazendo nomes como Henri Becquerel, Marie Curie e Pierre Curie. Comentou-se sobre a morte de Marie em razão da exposição contínua à radiação, permitindo refletir sobre a participação das mulheres na ciência e rompendo com a perspectiva errônea da ciência masculina e elitista.

Em seguida, abordou-se o átomo de Ernest Rutherford. E, antes de tratar do modelo de Bohr, mostrou-se a relevância do estudo da natureza ondulatória da luz e dos espectros de linhas. Assim, também foi apresentada a contribuição de Max Karl Ernst Ludwig Planck e Albert Einstein. Inclusive, ressaltando-se o fato que Planck tentou convencer Hitler a não perseguir cientistas judeus.

Finalmente, apresentou-se o modelo de átomo de Niels Henrik David Bohr, tanto seus postulados como limitações. Depois, continuou-se com as contribuições de Louis-Victor-Pierre-Raymond, Werner Karl Heisenberg e, por fim, o modelo de átomo de Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger. Ao final, não desvinculando da finalidade investigativa da SD, os estudantes foram questionados novamente com base nas perguntas feitas no começo da aula, de modo a estabelecer também o nosso compromisso formativo em relação a compreensão mais aprofundada sobre a teoria atômica

Em seguida, retornamos nosso objetivo de pesquisa ao construir um diálogo com os mesmos sobre analogias, modelos e esquemas no ensino de Ciências (Apêndice H). Assim, com a intenção de estimular a discussão, foram realizados alguns questionamentos apresentados no (Apêndice I).

Os estudantes buscaram por vídeos que versavam sobre a teoria atômica, sendo requisitado para o trabalho realizado: o título do vídeo, nome do canal e link. Além disso, o motivo para escolha feita, momento em que a analogia é apresentada (tempo de reprodução), conteúdo, reflexões e considerações finais. Após a finalização, os discentes postaram os arquivos com o resultado da busca na plataforma AVA.

Apresentamos alguns trechos de falas que mostram como as analogias ainda se fazem presentes no ensino da teoria atômica:

No meu, também, ele fala da bola de bilhar. Ele traz a imagem da bola de sinuca, que é dura, indestrutível, é parte maciça, também. Aí no de Thompson, ele traz o exemplo do panetone. É com frutas cristalizadas. Só que ele só cita, ele não traz nenhuma imagem. Ele traz que é como se fosse um panetone com as frutas cristalizadas dentro. E o último, ele só cita no quadro, também, falando de prótons, nêutrons, elétrons, e fala o que significa a carga de cada um (A5).

Nos trabalhos de Silva e Terrazzan (2008) e Ramos e Mozzer (2018), são apresentados resultados em que os estudantes possuem uma tendência de associar os modelos com analogias mais próximas do seu dia a dia, incluindo o “panetone” que foi mencionado na fala de A5. Reforçando a dificuldade existente ao se tentar estabelecer a relação com a sobremesa comum em outro país em função das diferenças culturais. Entretanto, defendemos que não basta tentar aproximar o ensino do cotidiano, é preciso pensar em todo o contexto social, histórico e cultural para quem se deseja ensinar. Portanto, o que funciona em um lugar do mundo, não irá necessariamente funcionar em outro e vice-versa.

Nesse sentido, Souza, Justi e Ferreira (2006), ao investigarem um grupo composto por noventa e nove (99) estudantes, sendo provenientes tanto da rede pública como particular de Belo Horizonte, notaram que os discentes não possuem um real entendimento das analogias. Conseqüentemente, os mesmos não compreendem também o motivo pelo qual são utilizadas e nem conseguem dizer suas possíveis limitações. Contudo, não se pode afirmar que seja culpa deles, mas, isso é reflexo da falta de tempo e espaço formativo para compreender como “estabelecer relações, levantar hipóteses, identificar e escrever” (Silva; Terrazzan, 2008, p. 35).

Percebe-se pelo grande número de menções a “bola de bilhar” ou “bola de sinuca”, que trata-se de uma das analogias mais conhecidas no ensino da teoria atômica (Quadro 10). Tanto que, no estudo de Melo e Lima Neto (2013), ao relatarem os resultados de sua pesquisa, envolvendo trinta e dois (32) estudantes da rede pública de ensino de Aracaju, cursistas da 1ª série do ensino médio, mostram que a maioria deles concebe o átomo como descrito no modelo de Dalton. Além disso, tinham a ideia de que o átomo era uma entidade real.

Quadro 10 - Categoria inicial: Átomo

Unidade de contexto	Unidades de significação	Categorias	Número de citações/frequência
Não, mas parece um pudim . Aquele outro parece um bolo.	Pudim	Analogias	29
A bola de bilhar. Como se fosse uma bola de bilhar .	Bola de bilhar		

São. Porque o modelo , ele tenta chegar o mais próximo da realidade. Dependendo do modelo, né? Porque se for fazer um modelo do pudim de passas...	Modelo	Modelos	27
Ele apresentou o modelo do Demócrito, começou falando um pouquinho. Aí fala sobre o modelo de Dalton , sobre a bola de bilhar.	Dalton		
No meu, também, ele fala da bola de bilhar. Ele traz a imagem da bola de sinuca, que é dura, indestrutível, é parte maciça, também. Aí no de Thomson , ele traz o exemplo do panetone.	Thomson		
Uhum. E o último é o do Rutherford , que é... esqueci lá. Da eletrosfera.	Rutherford		

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Conforme já mencionado os estudantes realizaram uma busca por vídeos que versavam sobre a teoria atômica, nesse sentido, a seguir são apresentadas algumas reflexões do A7 sobre os vídeos escolhidos:

É interessante pensar que, mesmo em coisas tão diferentes como uma bola de bilhar e um átomo, há uma estrutura central que dá forma e sustenta o objeto. **Imaginar os elétrons se movendo ao redor do núcleo como as bolas de bilhar na mesa de bilhar pode ajudar a visualizar a dinâmica do modelo atômico. Perceber que as colisões entre as bolas de bilhar** podem se assemelhar a interações entre átomos é uma forma de entender como as substâncias se comportam e interagem. Compreender que a analogia não é perfeita ajuda a entender que **nenhum modelo é capaz de representar completamente a complexidade do mundo microscópico**. Reconhecer que a ciência está sempre progredindo e que os modelos são ajustados conforme novas descobertas são feitas pode instigar um interesse contínuo no aprendizado. (A7, grifo nosso).

Mediante a fala do discente, nota-se que o mesmo enfatiza a relevância do concreto. Ou seja, julga como sendo importante a existência de uma “estrutura central que dá forma e sustenta o objeto”. Assim, na visão do acadêmico A7, seria um ponto favorável ao seu conhecimento uma analogia que seja capaz de aproximar-se do cotidiano. No entanto, outro ponto que merece destaque é o reconhecimento de que se trata de “coisas tão diferentes”, pois, não é incomum que muitos estudantes possam confundir a própria analogia com o modelo que se deseja estabelecer a comparação. Assim, existindo o risco de se estabelecer um obstáculo verbal.

Enquanto isso, ao verificar-se o motivo para escolha do vídeo, observa-se “é que explica os modelos atômicos simplificados detalhados com clareza em um pouco mais de dez minutos” (A7). Tal fato, parece corroborar com a realidade de vivermos em uma sociedade cada vez mais industrial, onde o tempo é um fator escasso. Assim, até para estudar os modelos atômicos, o ideal é que o vídeo seja curto (conforme a compreensão do acadêmico).

Nesse ínterim, trata-se de uma inquietação que nos remete ao obstáculo verbal, já discutido anteriormente. Ainda, vale destacar que a preocupação legítima é compartilhada por outros acadêmicos:

O uso de analogias, quando abordada de forma não abstrata pode causar prejuízo à aprendizagem, pois alguns alunos irão acreditar mais na analogia do que no conceito teórico. Ao fazer uma explicação baseada em analogias deve se convencer o aluno que aquilo que está falando **é apenas uma comparação, não são as mesma coisa**, isso é só para que entenda o conteúdo. (A4, grifo nosso)

Nesse sentido, corroborando a fala anterior (A4), outro acadêmico (A5) afirma que:

O que mais me motivou na escolha do vídeo, é que o mesmo se trata de um vídeo curto, e de bom entendimento. Vídeo esse, em que as Analogias são trabalhadas de maneira didática e bem explicativa, o que facilita no entendimento do aluno sobre **Analogias, sem que haja tantas confusões e distorções do que está sendo apresentado**. (A5, grifo nosso).

Ademais, retomando-se uma analogia já discutida anteriormente, observa-se: “Por mais que Thomson não tenha afirmado em nenhum momento que seu modelo de átomo se assemelha como um tipo de doce, acabou sendo que um equívoco que deu certo no vocabulário científico” (A8). Ao se observar o comentário anterior, nota-se um entendimento importante que a analogia com o “pudim de passas” ou “pudim de ameixas” não foi proposta por Thomson.

Contudo, essa compreensão não é uma unanimidade, um exemplo pode ser notado no seguinte trecho de outra pesquisa realizada pelos acadêmicos durante a SD: “A analogia do “pudim de passas” foi usada por J.J. Thomson para explicar o seu modelo atômico, conhecido como o modelo do pudim de passas. Neste modelo, Thomson comparou um átomo a um pudim de passas [...]” (A1). Entretanto, reforçamos que a analogia com o “pudim de passas” não foi fruto do trabalho desenvolvido por Thomson. Conforme Ramos e Mozzer (2018): “Há indícios de que ela tenha surgido em 1906, em um relato sobre as palestras proferidas por Thomson” (p. 108).

Ainda, no que se refere ao modelo de Thomson, outro recorte interessante foi: “Achei interessante o vídeo pois ele usa uma analogia onde todos já tiveram a oportunidade de poder

tocar num slime/amoeba” (A10). Demonstrando que a importância de práticas de ensino contextualizadas que não se limitam apenas ao uso de analogias imagéticas importadas de forma acrítica para a sala de aula. Por isso, Amaral, Soares e Melo (2020) salientam que: “A utilização de um modelo atípico da culinária brasileira, pudim de ameixas, produz um domínio análogo menos familiar para os estudantes, o que torna a construção das relações analógicas mais dificultadas.” (p. 1030).

Ainda, observando-se as analogias, uma das pesquisas realizadas pelos estudantes trouxe uma imagem interessante que expomos no (Apêndice J). Embora, o mais comum ao discutir-se o modelo de Rutherford seja a apresentação da analogia com o sistema planetário, outra possibilidade que também vem sendo utilizada se trata da comparação com o estádio de futebol (especialmente no Brasil que é denominado internacionalmente como o país do futebol); assim, o núcleo é comparado ao círculo central do campo e todo o resto corresponderia a eletrosfera. Inclusive, nos livros de Química do Ensino Superior, trazem esse tipo de analogia ao se referir ao beisebol (esporte praticado, principalmente, nos EUA): “Se o núcleo de um átomo tivesse o tamanho de uma mosca no centro de um campo de beisebol, então os espaços ocupados pelos elétrons vizinhos seriam aproximadamente iguais ao tamanho do estádio inteiro” (Atkins, Jones; Laverman, 2018, p. F16).

Assim, nota-se que o uso dos recursos tecnológicos não impede que as analogias continuem permeando o ensino da teoria atômica. Contudo, Francisco Junior (2009) enfatiza que “[...] atualmente, o advento da tecnologia possibilita o uso de outros recursos os quais podem prover o entendimento dessas idéias sem a necessidade de apresentar analogias” (p. 130). Portanto, conforme Francisco Junior (2009) os recursos tecnológicos deveriam servir como mais um recurso e não simplesmente serem usados para reprodução das analogias existentes.

Desse modo, Mozzer e Justi (2015) afirmam que:

O fato de que estudantes em uma sala de aula apresentam diferentes interesses e níveis de conhecimento prévio de um conceito pode ser beneficiado pelo uso de múltiplas analogias. Na ilustração anterior sobre o uso das diferentes analogias para o mesmo aspecto do conceito de átomo (a proporção núcleo-átomo), alguns estudantes poderiam se interessar por futebol e, portanto, se atentar para as dimensões do estádio, enquanto outros poderiam ser mais familiarizados com as dimensões de um parque (p. 136).

Assim, essa utilização de mais de uma analogia (referida pelos autores como analogias múltiplas), é compreendida como podendo ser positiva ao se considerar a familiaridade de certos grupos de estudantes com diferentes ambientes. Contudo, também reconhecem a

possibilidade de se criar uma confusão que levaria o discente a questionar o docente “sobre qual comparação deveriam usar” (Mozzer; Justi, 2015, p. 136).

Além disso, Mozzer e Justi (2015), apresentam outra concepção equivocada nas tentativas de estabelecer relações entre modelos e analogias. Segundo os autores, a analogia com o sistema planetário não condiz com o modelo de átomo proposto por Rutherford. Por fim, consideramos pertinente mostrar um pouco mais sobre os trabalhos realizados pelos acadêmicos nos (Apêndices K, L e M).

Posteriormente, durante a realização da SD essa discussão sobre os vídeos que versam sobre a teoria atômica foi retomada, em um constante ir e vir. Nesse sentido, buscou-se compreender melhor algumas falas dos estudantes. Partindo da perspectiva apresentada por eles, realizou-se previamente o recorte de algumas respostas que foram inseridas em slides e promoveu-se um diálogo sobre as possibilidades e limitações para o uso das TDICs no ensino de Química (Apêndices N, O e P).

Com o objetivo de compreender melhor o processo de construção do conhecimento dos acadêmicos desde a educação básica, solicitou-se a produção de relatos a respeito do ensino da teoria atômica durante sua formação no ensino médio. Para tanto, os discentes resgataram o Livro Didático (LD) da época (buscar a forma como o assunto é abordado nele, analogias utilizadas, existência de recursos como Código QR) e relataram um episódio na educação básica ou uma situação de regência na formação inicial (Estágio). Frente a isso, obtemos os seguintes resultados:

O livro didático escolhido está datado no ano de 2004, mas foi muito utilizado nas escolas e turmas de ensino médio nos anos de 2009 a 2011, por ser um livro antigo não se tem recursos como códigos QR, apenas sites e as referências bibliográficas utilizadas, no livro a partir da página 75 é abordado a evolução do modelo atômico, porém no livro só contém os modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford faltando o de Bohr o que para mim não faz sentido o livro também não mostra nenhum tipo de analogia que possa ajudar ou criar obstáculo epistemológico, ou seja, analogia nenhuma, tais analogias que poderiam ajudar na compreensão do aluno, desde que fossem usadas as certas, o ponto positivo é que o que se tem a respeito desses modelos atômicos é de fácil entendimento e se tem uma relevante acentuação na história decorrida até o ponto de interesse. (A11)

O relato do A11 demonstra que o discente acredita que o livro didático não acertou ao renunciar às analogias para explicação dos modelos atômicos. Contudo, até que ponto o seu uso realmente pode contribuir com o processo de ensino? Concordamos com os trabalhos de Melo e Lima Neto (2013) e Ramos e Mozzer (2018) que, o uso de analogias por si só não é uma garantia de melhor entendimento dos estudantes.

Ademais, A11 afirma que existem as analogias “certas”, apesar dos questionamentos na literatura sobre o uso demasiado das mesmas, o ponto central da discussão não é se é mais correto ou não; a discussão está centrada no uso sem critérios bem definidos. Nesse sentido, Oliva (2008) apresenta alguns parâmetros que precisam ser considerados ao se optar pela utilização desse dispositivo didático que são: diferenciar as analogias de outros dispositivos didáticos, ter claramente definidos os motivos pelos quais se resolveu trabalhar com analogias, conhecer como se dá o processo de aprendizagem através de analogias, entre outros.

Assim, Ribeiro (2016) ao investigar o ensino da teoria atômica com e sem o uso de analogias com foco em estudantes do 1º ano do ensino médio da rede estadual de ensino no município de Xinguara-PA, salienta que:

Ao compararmos os resultados entre as duas turmas, ficou claro que o ensino aprendizagem na turma A foi bastante positivo e na turma B não ocorreu grandes mudanças em relação a aprendizagem, isso nos leva a crer que esse resultado é consequência do trabalho com a analogia, aliado à capacitação e dedicação do professor, sendo assim a partir desse comparativo percebemos que as expectativas iniciais dessa pesquisa foram contempladas e as analogias apresentam sim um grande potencial no processo de ensino/aprendizagem (Ribeiro, 2016, p. 104).

Ainda, Ribeiro (2016) destaca que a formação dos docentes (tanto inicial como continuada) é compreendida como um fator decisivo para que a utilização de analogias seja um recurso didático que permita obter êxito. De modo que o autor enfatiza que “deve-se frisar que a formação inicial e continuada para os professores é peça fundamental para esclarecer a riqueza do caráter metodológico das analogias” (p. 105).

No entanto, para Amaral, Soares e Melo (2020), ao investigarem as analogias utilizadas no ensino da teoria atômica em obras aprovadas no PNL D de 2018, constataram que as mesmas possuem uma prevalência nas limitações, independentemente do modo como sejam trabalhadas. Assim, Amaral, Soares e Melo (2020) sugerem que a utilização “[...] de recursos tecnológicos poderia, por exemplo, substituir essas analogias e evitar possíveis erros e dificuldades na aprendizagem.” (p. 1037).

Outro relato interessante salienta que: “Durante as aulas, foram frequentemente utilizadas analogias, como o “modelo do bolo de frutas” e o “modelo do sistema solar”, dois edifícios iguais para comparar com modelos de bola de bilhar [...]” (A7). Tal afirmação, é corroborada por respostas anteriores presentes nos questionários dos acadêmicos A1, A2, A5, A7, A9 e A11.

Contudo, um ponto de inquietação diante das respostas fornecidas refere-se ao fato que não é comum que se faça uso de analogias para explicação dos modelos atômicos durante as

aulas do Curso de Química. Antes, pelo contrário, considerando-se minha experiência como docente da UFNT e o contato com outros colegas professores da universidade, pode-se dizer que o ensino do assunto em questão é feito, mencionando-se as leis e experimentos que forneceram evidências para a construção dos modelos atômicos.

Assim, costuma-se mencionar a importância de leis como a lei da conservação da massa e a lei de Proust bem como de experimentos como os experimentos de William Crookes, experimento da gota de óleo de Millikan e o efeito fotoelétrico. Além disso, é abordado a teoria da dualidade onda-partícula e o princípio da incerteza de Heisenberg. Portanto, uma abordagem consideravelmente oposta àquela, por vezes, utilizada nas aulas do ensino básico.

Nesse sentido, independentemente de ser a disciplina de Introdução à Química, Estrutura e Propriedade da Matéria ou Elementos da Matéria Inorgânica, não é comum a utilização das analogias para o ensino a respeito dos átomos. Portanto, isso pode indicar que muitos acadêmicos continuam carregando conceitos do ensino médio, mesmo que durante a graduação a proposta apresentada para o ensino sobre o átomo seja diferente.

Desse modo, a utilização de analogias, acaba por gerar alguns erros, conforme destacado por Amaral, Soares e Melo (2020) ao comentarem sobre o modelo do sistema solar:

Os planetas, que fazem alusão aos elétrons, não deveriam estar distribuídos em série porque, em analogia aos elétrons, haveria uma repulsão entre as cargas negativas. Além disso, se levarmos em consideração a dimensão dos planetas, os elétrons, também, deveriam possuir tamanhos distintos, o que não é verdadeiro (p. 1036).

Portanto, uma analogia incorreta deveria ser revista, nas Ciências Biológicas ao abordar os estudos sobre a membrana plasmática:

A própria membrana celular já foi concebida como uma parede composta por pequenos tijolos. **Quando sua estrutura de mosaico fluido foi divulgada, a analogia inicial precisou ser revista.** As relações filogenéticas são desenvolvidas a partir de uma correspondência com a estrutura arbórea: cada galho dessa árvore corresponderia a um novo grupo evolutivo. Encontramos na própria teoria do Big Bang o exemplo de analogia que se enraizou de tal forma nos sistemas de conhecimento a ponto da afinidade não ser mais percebida como tal [...] (Oliveira, 2012, p. 39, grifo nosso).

Por outro lado, pensando no uso da tecnologia em sala de aula, depara-se com uma realidade bem conhecida das escolas públicas brasileiras, a falta de equipamentos e qualificação para o profissional que irá fazer uso deles:

Para trabalhar as teorias atômicas com os alunos, **a escola não tinha recursos tecnológicos avançados**, como, o laboratório para realizar aulas práticas. Os alunos

tinha como base de aprendizagem apenas o livro didático, slides, filmes e desenhos ilustrativos . O uso de celulares era proibido no horário da aula, as pesquisas eram realizadas na biblioteca, em livros disponibilizados para o uso somente naquele horário agendado. (A4, grifo nosso)

A escola não possuía profissionais capacitados da área de Química para trabalhar com tecnologias avançadas, tipo, o uso do laboratório de informática para melhorar a qualidade de ensino. (A4, grifo nosso)

Convergindo com a fala do A4, Da Silva, Prates e Ribeiro (2017), ao realizarem uma pesquisa de campo com vinte e dois docentes da rede pública da cidade de Montes Claros -MG, afirmam que:

[...] apenas 18% dos professores entrevistados responderam que a escola oferece sempre condições de equipamentos e cursos de capacitação para utilização dos novos recursos tecnológicos, enquanto que 46% encontram essas condições necessárias às vezes, demonstrando que falta um maior reconhecimento da escola em favorecer um apoio maior ao docente, para que o mesmo encontre meios de trabalhar com as TICs e seja capacitado pra isso. (p. 118).

Em relação a escola não possuir recursos “tecnológicos avançados” (A4), consideramos que isso não se configura, necessariamente, como um impeditivo para o entendimento da teoria atômica, ressaltamos a relevância da busca de alternativas no sistema educacional brasileiro. Sobre a referida proibição do uso do celular, ressaltamos a contradição, pois, ao mesmo tempo que os docentes são incentivados a fazerem uso da tecnologia, porém, o caminho construído até o momento é o da interdição de uma possível ferramenta (quando se fazem presentes fins pedagógicos bem estabelecidos). Essa interdição sobre o uso de celular está na lei 2.075 de 2009 que versa sobre a proibição no estado do Tocantins. A mesma afirma que: “É proibida a utilização de aparelhos de telefonia celular dentro das salas de aula dos estabelecimentos de ensino da rede pública.” (Tocantins, 2009).

Nesse sentido, não podemos deixar de comentar sobre a realidade das escolas públicas brasileiras e seu impacto nas atividades docentes, apesar de muitos avanços ao longo das últimas décadas no investimento no ensino básico (Vasconcelos *et al.*, 2021), ainda são muitos os desafios encontrados pelos profissionais da educação. Conforme evidenciado por Ribeiro (2016), a falta de interesse dos estudantes é consequência de “a) escolas, em geral, não possuem, ou não utilizarem laboratórios; b) não fazerem das bibliotecas um ambiente frequentado; c) não possuem recursos multimídia e métodos interativos de aprendizagem; d) falta de contextualização do assunto” (p. 21). Ainda, Vasconcelos *et al* (2021) afirmam que “Contar com uma boa infraestrutura escolar e com um bom planejamento, para tornar o investimento eficaz, é crucial para garantir bons resultados no aprendizado e no desenvolvimento do aluno” (p. 892).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho evidenciou a existência de obstáculos epistemológicos nas concepções dos acadêmicos do curso de Química (Licenciatura) da UFNT. Pois, notou-se que acadêmicos de diversos semestres do referido curso de Química, muitos ainda permanecem com algumas concepções sobre o átomo que podem ser entendidas como entraves para construção de um conhecimento de fato científico.

Ademais, algumas reflexões se fazem pertinentes em termos de considerações finais, foi desafiador pensar em aulas que poderiam romper com um ensino da teoria atômica pelas vias tradicionais, especialmente que pudesse fazer uso das TDICs. Nesse sentido, minha função como pesquisador e professor não é criticar os acadêmicos que contribuíram com a presente pesquisa, mas, por vezes, repensar minha própria prática.

Resgatando-se os objetivos do trabalho: partindo das falas dos discentes, foi possível identificar suas concepções sobre o uso das TDICs no ensino da teoria atômica (citaram a plataforma Youtube, vídeos, entre outras); ademais, observou-se que os mesmos relataram dificuldades referentes ao uso das TDICs (conexão com a internet) e ainda, acredita-se que a SD contribuiu para uma melhor compreensão do uso das TDICs no ensino da teoria atômica. Portanto, observamos que os estudantes ainda possuem considerável dificuldade para associar efetivamente a tecnologia e seus possíveis usos para o ensino de química. Fornecendo respostas diretas e com pouco caráter crítico. Por vezes, pode ser um retrato do conhecimento superficial sobre a tecnologia, apesar de, assumirmos enquanto professores que os mesmos possuem um domínio superior ao nosso nesse campo da vida cotidiana.

Além disso, mediante a aplicação da SD, questionamos qual nossa posição sobre o uso das analogias no ensino da teoria atômica? Considerando-se os resultados apresentados e a literatura, partindo tanto das falas dos acadêmicos quanto de minha experiência no decorrer dos encontros, acreditamos que a utilização de analogias atualmente, pode se constituir como um entrave ao avanço do conhecimento científico. Especialmente, considerando sua perpetuação ao longo da vida dos estudantes (haja vista, a continuidade do uso de analogias para explicar os modelos atômicos por parte de futuros professores).

De igual modo, a aplicação da SD revelou que a utilização de TDICs não é um meio que possa, por si só, contribuir para romper com os obstáculos epistemológicos construídos ao longo da vida dos discentes. Tal observação vem acompanhada da necessidade, já ressaltada anteriormente de que a utilização de tais recursos, necessita de rigoroso planejamento e capacitação dos profissionais da educação. Ainda, é preciso lembrar que muitas instituições de

ensino em nosso país, não contam com infraestrutura adequada para aulas que dependam das TDICs.

Por fim, acredita-se que mais pesquisas sejam necessárias para compreensão dos impactos tanto do uso de analogias como de TDICs para o ensino da teoria atômica. Como perspectiva de trabalhos futuros, uma possibilidade seria uma investigação mais aprofundada sobre o uso dos REDs. Um possível caminho, seria a utilização das referidas tecnologias em uma SD, conduzida em pesquisas em nível de Doutorado (considerando o maior tempo para execução). Nesse sentido, a utilização de softwares para uma compreensão mais detalhada do mundo microscópico apresenta-se como uma alternativa a ser considerada (Oliveira *et al.*, 2013).

Ainda, o potencial de se analisar os mesmos impactos na educação básica merece destaque, considerando-se que os acadêmicos que chegam ao ensino superior, trazem uma bagagem consigo que é fruto de mais de uma década de aprendizagem de sua trajetória na referida etapa de ensino.

Com o intuito de não finalizar esta pesquisa com um ponto final, emergiu alguns questionamentos para pesquisas futuras:

1 - Até que ponto as dificuldades geradas pelo uso de analogias no ensino da teoria atômica são produto do próprio uso das mesmas? Nesse sentido, nossa inquietação leva-nos a um questionamento que é consequência dessa pergunta inicial: Será que não seria um entrave ligado a dificuldade que os professores da área de Ensino de Ciências e Matemática possuem devido ao desconhecimento sobre os diferentes modelos de ensino por analogias?

2 - De que forma os REDs poderiam contribuir para o ensino da teoria atômica sem se utilizar de analogias?

3 - De que forma os professores podem fazer uso de recursos tecnológicos em um país com tantas desigualdades econômicas, sociais e regionais?

Em síntese, esta dissertação buscou problematizar as concepções dos acadêmicos acerca da teoria atômica e do uso das TDICs no processo de ensino-aprendizagem, revelando tanto os avanços quanto as limitações ainda presentes. Embora os obstáculos epistemológicos identifiquem desafios persistentes, os resultados apontam para a importância de propostas pedagógicas inovadoras e bem planejadas, que aliem tecnologia, criticidade e intencionalidade didática. Assim, a pesquisa não se encerra em si mesma, mas pretende contribuir para o debate na área do Ensino de Química, abrindo caminhos para novas investigações que possam aprofundar as discussões aqui iniciadas e fortalecer a prática docente frente às demandas contemporâneas da educação científica.

REFERÊNCIAS

- ABRÃO, Ruhena Kelber; ADAMATTI, Diana Francisca. As novas tecnologias da informação e comunicação e a atividade experimental no ensino de ciências. **Revista Linhas**, v. 16, n. 31, p. 305 – 324, 2015. DOI: 10.5965/1984723816312015305.
- ABRAPEC. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**. 2019. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/index.htm>. Acesso em: 19 jan. 2023.
- ABRAPEC. **Estatuto**. 2017. Disponível em: <https://abrapec.com/wp-content/uploads/2022/09/estatuto.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2023.
- ALENCAR, Alanne Kelle Freire; LUCENA, Fabiana Alves de; SOUSA, Maria do Socorro Cordeiro de. O Ensino Remoto: Perspectivas e Desafios Advindos das Tecnologias Durante a Pandemia / Remote Education: Perspectives and Challenges Arising from Technologies During the Pandemic. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 15, n. 57, p. 798-807, 2021. DOI: 10.14295/online.v15i57.3255.
- AMARAL, Leandro de Oliveira; SOARES, Sérgio Macêdo; MELO, Mayara Soares. UTILIZAÇÃO DE ANALOGIAS EM SEIS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA APROVADOS NO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO 2018: UMA ANÁLISE SOBRE ESTRUTURA ATÔMICA. **Revista Prática Docente**, v. 5, n. 2, p. 1019-1039, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.23926/rpd.2526-2149.2020.v5.n2.p1019-1039.id687>. Acesso em: 17 maio 2025.
- AQUINO JUNIOR, Jairo Luiz Medeiros. **Modelo atômico quântico: uma alternativa para introdução no ensino médio**. 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Cuiabá, 2013. Disponível em: <http://ri.ufmt.br/handle/1/1867>. Acesso em: 21 jan. 2025.
- ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 7 ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316 p.
- BARBOSA, Alessandro Tomaz. A Colonialidade na Região Norte do Brasil: Do Apagão no Amapá a falta de oxigênio no Amazonas. **Boletim da AIA-CTS**, n. 14, 2021. Disponível em: https://aia-cts.web.ua.pt/wp-content/uploads/2021/03/Boletim_AIA_CTS_n14.pdf. Acesso em: 23 jan. 2023.
- BARBOSA, Alessandro Tomaz. **(De)colonialidade no currículo de biologia do ensino secundário geral em Timor-Leste**. 2018. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2018.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo: edição revista e actualizada**. Tradução: Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. [S. l.]: Edições 70, 2018. 288 p.

BARROSO, Felipe; ANTUNES, Mariana. Tecnologia na educação: ferramentas digitais facilitadoras da prática docente. **Pesquisa e Debate em Educação**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 124–131, 2020.

BATISTA, Irinéa de Lourdes. O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 10, n. 3, p. 461-476, dez. 2004. DOI: 10.1590/s1516-73132004000300010.

BERGMANN, Juliana Cristina Faggion *et al.* Desafios práticos na formação docente para o uso de aplicativos como recursos educacionais. **Perspectiva**, v. 39, n. 1, p. 1-19, 23 fev. 2021. DOI: 10.5007/2175-795x.2021.e66030.

BENEDETTI FILHO, Edeimar. *et al.* Palavras Cruzadas como Recurso Didático no Ensino de Teoria Atômica. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 2, p. 88-95, 2009.

BENTO, Maria Cristina Marcelino; CAVALCANTE, Rafaela dos Santos. Tecnologias móveis em educação: o uso do celular na sala de aula. **ECCOM**, v. 4, n. 7, p. 113-120, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Recursos Educacionais Digitais (REDs). Curso de Aperfeiçoamento em Educação e Tecnologia, 2021. Disponível em: <https://avamec.mec.gov.br/ava-mec-ws/instituicao/seb/conteudo/modulo/4427/uni3/slide1.html>. Acesso em: 29 dez. 2022.

CABRAL, Ilídia; ALVES, José Matias. Um Modelo Integrado de Promoção do Sucesso Escolar (MIPSE) – a voz dos alunos. **Revista Portuguesa de Investigação Educacional**, v. 16, p. 81-113, 2016. DOI: 10.34632/investigacaoeducacional.2016.342.

CAVICHIA ATANAZIO, Alessandra M.; LEITE, Álvaro Emílio. TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES: TENDÊNCIAS DE PESQUISA. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p. 88, 2018. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2018v23n2p88.

CAETANO, Luís Miguel Dias. Tecnologia e Educação: quais os desafios? **Educação (UFSM)**, v. 40, n. 2, p. 295-310, 2015. DOI: 10.5902/1984644417446.

CARNEIRO, Mára Lúcia Fernandes; SILVEIRA, Milene Selbach. Objetos de Aprendizagem como elementos facilitadores na Educação a Distância. **Educar em Revista**, Edição Especial, n. 4, p. 235-260, 2014.

CARVALHO, Marisa; ALÃO, Paula; MAGALHÃES, Joaquim. Da indisciplina ao clima de escola: a voz dos alunos. **Revista Portuguesa de Investigação Educacional**, v. 17, p. 42-60, 2017. DOI: 10.34632/investigacaoeducacional.2017.3433.

CORREA, Luciana de Araújo; CARVALHO, Werley da Silva; BARBOSA, Alessandro Tomaz. O uso de aplicativos móveis no Ensino de Ciências: possibilidades pedagógicas. **Revista Querubim (Online)**, v. 06, n. 47, p. 40-45, 2022.

CORRÊA, Taís Arthur. *et al.* UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA ATRAVÉS DA FERRAMENTA STOP MOTION PARA O ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS. **HOLOS**, [S. l.], v. 6, p. 1–12, 2020. DOI: 10.15628/holos.2020.9986.

CORTI, Ana Paula de Oliveira; CORROCHANO, Maria Carla; DA SILVA, José Alves. “Ocupar e resistir”: a insurreição dos estudantes paulistas. **Educação & Sociedade**, v. 37, n. 137, p. 1159-1176, 2016. DOI: 10.1590/ES0101-73302016167337.

COSTA, Sandra Regina Santana; DUQUEVIZ, Barbara Cristina; PEDROZA, Regina Lúcia Sucupira. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. **Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, v. 19, n. 3, p. 603-610, 2015. DOI: 10.1590/2175-3539/2015/0193912.

CUNHA, Camila; SANTOS, Alana F.; SANTOS, Maria S. A. As tecnologias da informação e comunicação e o uso whatsapp: as posições dos professores de ciências e biologia. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 11, n. 1, p. 20-31, 2020. DOI: 10.31512/encitec.v11i1.290.

CRUZ, Frederico Alan de Oliveira; MACHADO, Natalia Alves; CARVALHO, Paulo Simeão. Biofísica da respiração: uma proposta de abordagem com o uso de recursos educacionais digitais. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 216-237, 2021. DOI: 10.3895/rbect.v14n1.12420.

DA COSTA, Lia Keller Ferreira. Os coletivos de estudantes negros/as e a luta contra as hegemonias do saber nas universidades públicas do estado do rio de janeiro. **Revista da ABPN**, v.14, n.39, p.251-271, 2022. DOI 10.31418/2177-2770.2021.v14.n.39.p251-271.

DA SILVA, Ione De Cássia Soares; PRATES, Tatiane Da Silva; RIBEIRO, Lucineide Fonseca Silva. As Novas Tecnologias e aprendizagem: desafios enfrentados pelo professor na sala de aula. **Em Debate**, n. 15, p. 107, 13 mar. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1980-3532.2016n15p107>. Acesso em: 18 maio 2025.

DELIZOICOV, Demétrio; SLONGO, Iône Inês Pinsson; LORENZETTI, Leonir. Um panorama da pesquisa em educação em ciências desenvolvida no Brasil de 1997 a 2005. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.12, n.3, p.459-480, 2013.

DOS SANTOS, Alda Ernestina; TAMIASSO MARTINHON, Priscila; SOUSA, Célia. A WebQuest como Ferramenta no Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos: Uma Experiência no Ensino Remoto. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 10, n. 3, p. 117-133, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.53003/redequim.v10i3.6071>. Acesso em: 22 jan. 2025.

FEITOSA, Samuel Dos Santos. *et al.* Uma sequência didática utilizando a literatura de cordel e a arte das histórias em quadrinhos para inserção de tópicos de Física Quântica no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, p. 662-694, 12 ago. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n2p662>. Acesso em: 21 jan. 2025.

FONSECA, Janete Rosa da; TEIXEIRA, Lovania Roehrig; CARMONA, David Arenas. O socioconstrutivismo, a literacia e o trabalho com TICs durante a pandemia de Coronavírus em 2020. **Texto Livre**, v. 14, n. 2, e34333, 2021. DOI: 10.35699/1983-3652.2021.34333.

FONSECA, Rochele Paz; SGANZERLA, Giovana Coghetto; ENÉAS, Larissa Valency. Fechamento das escolas na pandemia de Covid-19: impacto socioemocional, cognitivo e de aprendizagem. **Debates em Psiquiatria**, v. 10, n. 4, p. 28-37, 2020. DOI: 10.25118/2763-9037.2020.v10.23.

FRANCISCO JUNIOR, Wilmo Ernesto. Analogias em livros didáticos de química: um estudo das obras aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático Para o Ensino Médio 2007. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 121-143, 2009. Disponível em: https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212009000100008. Acesso em: 17 jan. 2025.

GARCIA, Daniela Nogueira de Moraes. **Perspectivas educacionais e novas demandas: contribuições da telecolaboração** [online]. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2020. 255 p. DOI: 10.36311/2020.978-65-5954-002-0.

GUERRA, Marcelo Henrique Freitas Saraiva. *et al.* Ensaio sobre os Obstáculos Epistemológicos presentes em estratégias metodológicas no Ensino de Química, uma revisão da bibliografia. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 7, p. e15871113, 16 maio 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i7.1113>. Acesso em: 1 nov. 2024.

GROSSI, Márcia Gorett Ribeiro; FERNANDES, Letícia Carvalho Belchior Emerick. Educação e tecnologia: o telefone celular como recurso de aprendizagem. **EccoS Revista Científica**, n. 35, p. 47-65, 2014.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GRÁCIO, Maria Cláudia Cabrini; GARRUTTI, Érica Aparecida. Estatística aplicada à educação: uma análise de conteúdos programáticos de planos de ensino e de livros didáticos. **Revista de Matemática e Estatística**, v. 23, n. 3, p. 107-126, 2005.

HAYASHI, Maria Cristina Piumbato Innocentini. Afinidades eletivas entre a cientometria e os estudos sociais da ciência. **Filosofia e Educação (Online)**, v 5, n.2, p.57-88, 2013. DOI: 10.20396/rfe.v5i2.8635395.

JOHNSTONE, Alex H. TEACHING OF CHEMISTRY - LOGICAL OR PSYCHOLOGICAL? **Chem. Educ. Res. Pract.**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/a9rp90001b>. Acesso em: 18 jan. 2025.

KENSKI, Vani Moreira. Novas tecnologias: o redimensionamento do espaço e do tempo e os impactos no trabalho docente. **Revista Brasileira de Educação**, n. 8, p. 58-71, 1998.

LANG DA SILVEIRA, Fernando. A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. **Caderno catarinense de ensino de física**, v. 13, n. 3, p. 219-230, 1996. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/85015>. Acesso em: 7 nov. 2023.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [S. l.]**, v. 13, n. 3, p. 248-273, 1996. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7049>. Acesso em: 20 jan. 2025.

LOPES, Cesar Valmor Machado. **Modelos atômicos no início do século XX**: da física clássica à introdução à física quântica. Orientadora: Lilian Al-Chueyr Pereira Martins. 2009. 185 f. Tese (Doutorado em História da Ciência) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/13442>. Acesso em: 7 nov. 2023.

LIMA, Jorge Ávila de. Por uma análise de conteúdo mais fiável. **Revista Portuguesa de Pedagogia**, p. 7-29, 2014. DOI: 10.14195/1647-8614_47-1_1.

LIMA, Marcelo Bernardo de; NETO, Raul dos Santos; STRUCHINER, Miriam. Narrativa de design sobre a integração de questões sociocientíficas no ensino de genética: desenvolvimento e implementação do modelo e-CRIA. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 2, p. 609-640, 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018182609.

MELZER, Ehrick Eduardo Martins; AIRES, Joanez Aparecida. A história do desenvolvimento da teoria atômica: um percurso de Dalton a Bohr. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 11, n. 22, p. 62-77, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2137/2635>>. Acesso em: 7 nov. 2023.

MELO, Marlene Rios; LIMA NETO, Edmilson Gomes de. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 112-122, 2013.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 28 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

MORAES, Laíse Miolo de; GONÇALVES, Berenice dos Santos; BERGMANN, Juliana Cristina Faggion. Recursos educacionais digitais para estudantes surdos: uma possível classificação. **Educação Gráfica**, v. 22, n. 3, p. 44 - 62, 2018.

MORAN, José Manuel. Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n. 12, p. 13-21, 2004.

MORENO, Esteban Lopez; HEIDELMANN, Stephany Petronilho. Recursos instrucionais inovadores para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 1, p. 12-18, 2017. DOI: 10.21577/0104-8899.20160055.

MOZZER, Nilmara Braga; JUSTI, Rosária. “Nem tudo que reluz é ouro”: Uma discussão sobre analogias e outras similaridades e recursos utilizados no ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 1, p. 123-147, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4305>. Acesso em: 26 nov. 2024.

NERY, Ana Luiza Petillo; FERNANDEZ, Carmen. Fluorescência e estrutura atômica: experimentos simples para abordar o tema. **Química Nova na Escola**, n. 19, p. 39-42, 2004.

OKI, Maria da Conceição Marinho; MORADILLO, Edílson Fortuna de. O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**

(Bauru), v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1516-73132008000100005>. Acesso em: 18 jan. 2025.

OLIVA, José María. Qué conocimientos profesionales deberíamos tener los profesores de ciencias sobre el uso de analogías. **Revista Eureka Enseñanza Divulgación Ciencias**, Cádiz, v. 5, n. 1, p. 15-28, 2008. DOI: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2008.v5.i1.03.

OLIVEIRA, Eliana. *et al.* Análise de conteúdo e pesquisa na área da educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 4, n. 9, p. 1-17, 2003.

OLIVEIRA, Helena Rivelli de. **Argumentação no ensino de ciências: o uso de analogias como recurso para a construção do conhecimento**. 2012. Universidade Federal de Juiz de Fora, [s. l.], 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/1970>. Acesso em: 18 maio 2025.

OLIVEIRA, Saulo França *et al.* Softwares de Simulação no Ensino de Atomística: Experiências Computacionais para Evidenciar Micromundos. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 3, p. 147-15, 2013. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_3/02-EQM-29-12.pdf. Acesso em: 5 jun. 2025.

PARRA, Maurício Rodrigues; COUTINHO, Renato Xavier; PESSANO, Edward Frederico Castro. Um breve olhar sobre a ciencimetria: origem, evolução, tendências e sua contribuição para o ensino de ciências. **Contexto & Educação**, v. 34, n. 107, p. 126-141, 2019. DOI: 10.21527/2179-1309.2019.107.126-141.

PEREIRA, Alexandre de Jesus; NARDUCHI, Fábio; MIRANDA, Maria Geralda de. Biopolítica e Educação: os impactos da pandemia do covid-19 nas escolas públicas. **Revista Augustus**, v. 25, n. 51, p. 219-236, 2020.

PAULETTI, Fabiana; ROSA, Marcelo Prado Amaral; CATELLI, Francisco. A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 3, 18 dez. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/s1982-873x2014000300008>. Acesso em: 18 jan. 2025.

RAMOS, Tatiana Costa; MOZZER, Nilmara Braga. 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**, v. 40, n. 2, p. 106-115, 2018. DOI: 10.21577/0104-8899.20160111.

REIS, Jheniffer Micheline Cortez dos. **Obstáculos epistemológicos: implicações na aprendizagem do conceito de átomo**. 2015. 175 f. Dissertação (mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) — Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/5888>. Acesso em: 2 nov. 2024.

REIS, Jheniffer Micheline Cortez dos; KIOURANIS, Neide Maria Michellan; SILVEIRA, Marcelo Pimentel da. Um olhar para o conceito de átomo: contribuições da epistemologia de Bachelard. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 3, 30 maio 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p3>. Acesso em: 1 nov. 2024.

RIBEIRO, Klayton Moreira. **Investigação sobre o uso de analogias no ensino de química em Xinguara/PA**. 2016. 149 f. Canoas: Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2016. Disponível em: <http://www.ppgecim.ulbra.br/teses/index.php/ppgecim/article/view/261/273>. Acessado em 20 jun. 2025.

ROSA, Maria Cristina; SANTOS, José Elyton Batista dos; SOUZA, Denize da Silva. O ensino de matemática e tecnologias: ações e perspectivas de professores de matemática em tempo de pandemia. **Revista Devir Educação**, Edição Especial, p. 287-302, 2021. DOI: 10.30905/rde.v0i0.424.

SANTANA, Aline Canuto de Abreu. *et al.* EDUCAÇÃO & TDIC'S DEMOCRATIZAÇÃO, INCLUSÃO DIGITAL E O EXERCÍCIO PLENO DA CIDADANIA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 10, p. 2084-2106, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v7i10.2748>. Acesso em: 15 ago. 2025.

SCHNEIDER, Eduarda Maria; FUJII, Rosangela Araujo Xavier; CORAZZA, Maria Júlia. Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de ciências. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v.5, n.9, p.569-584, 2017.

SILVA, Leandro Londero da; TERRAZZAN, Eduardo A. Correspondências estabelecidas e diferenças identificadas em atividades didáticas baseadas em analogias para o ensino de modelos atômicos. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 2, 2008.

SILVA, Glenda Rodrigues da; MACHADO, Andréa Horta; SILVEIRA, Katia Pedroso. Modelos para o átomo: atividades com a utilização de recursos multimídia. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 2, p. 106-111, 2015. DOI: 10.5935/0104-8899.20150026.

SILVA, Francineide Sales da; SERAFIM, Maria Lúcia. Redes sociais no processo de ensino e aprendizagem: com a palavra o adolescente. *In*: SOUSA, R. P., *et al.*, orgs. **Teorias e práticas em tecnologias educacionais** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2016. 228 p. DOI: 10.7476/9788578793265.

SILVA, Fernando Siqueira da; CATELLI, Francisco. Os modelos na ciência: traços da evolução histórico-epistemológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 4, e20190029, 2019. DOI: 10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0029.

SILVA, Vanessa Cristine; ROCHA, Rical Spirandeli; BUENO, José Lucas Pedreira. Recursos educacionais digitais como objeto de estudo nos programas de mestrados profissionais em educação. **Revista Triângulo**, v. 15, n. 2, p. 225-236, 2022. DOI 10.18554/rt.v15i2.6336.

SOARES, Silvana; MOLITERNO, Fernanda Valéria Pereira. A informática e o desenvolvimento de projetos didáticos pedagógicos na prática educativa. **ECCOM**, v. 6, n. 11, 2015.

SOBREIRA, Elaine Silva Rocha; VIVEIRO, Alessandra Aparecida; D'ABREU, João Vilhete Viegas. Aprendizagem criativa na construção de jogos digitais: uma proposta educativa no ensino de ciências para crianças. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 44, p. 71-88, 2018. DOI 10.17227/ted.num44-8990.

SOUZA, Vinícius Catão de Assis; JUSTI, Rosária da Silva; FERREIRA, Poliana Flávia Maia. Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, p.7-28, 2006.

SOUZA, Marcelo Pinheiro de. *et al.* Titulando 2004: um software para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, n. 22, p. 35-37, 2005.

SOUZA, Ricardo Fernando de; CALEJON, Laura Marisa C. Uso da tecnologia da informação e comunicação em uma sequência didática incluindo software geogebra no ensino da estatística descritiva. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 4, p. 227-244, 2019. DOI 10.26843/rencima.v10i4.2432.

TOCANTINS. **Lei nº 2075, de 6 de julho de 2009**. Dispõe sobre a utilização de aparelhos de telefonia celular nos estabelecimentos de ensino. Disponível em: <https://www.al.to.leg.br/arquivos/21957.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2024.

VASCONCELOS, Joyciane Coelho. *et al.* Infraestrutura escolar e investimentos públicos em Educação no Brasil: a importância para o desempenho educacional. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 29, n. 113, p. 874-898, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0104-40362020002802245>. Acesso em: 8 jun. 2025.

WALSH, Catherine. Interculturalidad Crítica y Pedagogía De-Colonial: Apuestas (Des)De El In-Surgir, Re-Existir y Re-Vivir. **Educação On-line**, n. 4, 2009. Disponível em: <https://educacaoonline.edu.puc-rio.br/index.php/eduonline/article/view/1802>. Acesso em: 15 ago. 2025.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Reimpressão 2010. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A - Modelo do questionário aplicado

QUESTIONÁRIO COM OS ACADÊMICOS

Este questionário faz parte da metodologia de uma pesquisa vinculada a Dissertação de Mestrado do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGECIM da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT). A pesquisa em foco tem como objetivos identificar as concepções dos alunos sobre o uso das tecnologias digitais da informação e comunicação, apontar os limites ou dificuldades que os estudantes do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins possuem ao se deparar com aulas em que se faz uso das TDICs para explicar a teoria atômica e discutir as possibilidades das contribuições alcançadas pelo uso das TDICs, partindo das falas dos acadêmicos. Os dados recolhidos serão tratados respeitando o anonimato. A sua colaboração é indispensável para a consolidação dessa pesquisa pelo que, desde já, agradecemos a colaboração prestada.

Bloco I: Perfil do aluno – Informação pessoal

1 Nome: _____

2 Idade: _____ Sexo: () Masc. () Fem. () Não me identifico com nenhum sexo biológico

3 Qual a cidade que você mora (caso seja em Araguaína informe o Bairro)?

4 Qual sua renda familiar (SM = salários mínimos):

() Menos de 5 SM () De 5 a 10 SM () De 11 a 15 SM ou () Mais de 15 SM

5 Ocupação fora da universidade:

Trabalha: Sim () Não ()

Caso afirmativo, em qual área você trabalha?

() Educação () outras áreas

Especifique:

Onde trabalha:

Bloco II: Ingresso na universidade

6 Concluiu os estudos em escola pública? Sim () Não ()

7 O ingresso na Universidade (no curso) se deu através de:

() Processo Seletivo Complementar (PSC)

() Sistema de Seleção Unificada (Sisu)

() Reopção de curso

() Extravestibular

() Outros.

Especifique: _____

8 Já possui curso superior? Sim () Não ()

Em caso afirmativo, qual o

curso? _____

Bloco III: TDICs (Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação)

9 Você já ouviu falar sobre TDICs?

Sim () Não ()

10 É comum que os professores se utilizem de tecnologias durante o decorrer das aulas?

Sim () Não ()

Bloco IV: TDICs (Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação) e o ensino de química

11 Você consegue estabelecer alguma relação entre o uso da tecnologia e o aprendizado de conceitos de química?

Sim () Não ()

Se sim, qual seria essa relação?

12 É comum que durante as aulas de química os professores se utilizem de analogias para ensinar certos conceitos, neste sentido, quais analogias você poderia citar?

13 Durante o ensino da teoria atômica você já estudou algum conceito trabalhado através de analogias? Se sim, qual?

14 Partindo da analogia conhecida como “pudim de passas” ou “pudim de ameixas”, qual seria sua concepção de átomo?

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

O Sr. (a) está sendo convidado (a) para participar da pesquisa **“A TEORIA ATÔMICA NO ENSINO DE QUÍMICA: TDICs E REFLEXÕES EPISTEMOLÓGICAS”**. Esta pesquisa será realizada pelos pesquisadores (**Pesquisador Orientador: Dr Alessandro Tomaz Barbosa e Pesquisador orientando: Marcos Wilson Vicente de Assis**) do Curso de **MESTRADO ACADÊMICO do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA** da Universidade Federal do Norte do Tocantins do Campus de Araguaína, sob coordenação do Prof. **Dr. ALESSANDRO TOMAZ BARBOSA**.

Nesta pesquisa, **OBJETIVAMOS analisar as limitações e possibilidades do uso das TDICs no ensino da teoria atômica na perspectiva dos discentes do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a relevância em investigar a percepção dos estudantes sobre a utilização das TDICs no ensino de Ciências, é preciso investigar o que os estudantes pensam a respeito do uso destas tecnologias a fim de sabermos as implicações pedagógicas dos TDICs no ensino de ciências.

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes PROCEDIMENTOS: **Este estudo será de cunho qualitativo, O PROCEDIMENTO de aplicação do questionário acontecerá presencialmente, sendo o tempo de aplicação variável para cada estudante, não ultrapassando a média de 15 minutos. O questionário conterà 14 questões, divididas em 04 blocos, que serão respondidas por 30 estudantes do Centro de Ciências Integradas, Campus de Araguaína da Universidade Federal do Norte do Tocantins. Quanto ao PROCEDIMENTO da entrevista, estas serão realizadas no contraturno da turma, as quais serão gravadas somente os áudios seguindo o roteiro da entrevista.**

A sua participação consistirá em **(disponibilizar para a coleta de dados, informações e percepções sobre a utilização das TDICs no ensino de ciências)**. OS RISCOS ENVOLVIDOS NA PESQUISA CONSISTEM EM **(conforme as resoluções do CNS (Conselho Nacional de Saúde) 466/12 e 510/16 qualquer pesquisa envolvendo seres humanos possui riscos. Assim sendo, é possível que esta pesquisa possa fazer emergir profundas sensações, sentimentos e emoções de suas memórias, vivências e experiências lembradas e respostas do questionário, pois, pode acontecer de algum participante não possuir acesso às TDICs e ficar constrangido por esse motivo. Além disso, pode acontecer de haver constrangimentos por conta da comparação, inevitável, entre os próprios estudantes da turma e /ou desconforto, exposição, inibição, medo, vergonha, receio de revelar informações, sentimento de invasão de privacidade e recordações negativas)**. A PESQUISA CONTRIBUIRÁ PARA compreender o papel das TDICs no processo de aprendizagem no ambiente escolar por meio das falas dos estudantes sobre os mesmos.

Para participar deste estudo o (a) Sr.(a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o Sr.(a) tem assegurado o direito à indenização. O Sr. (a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar e a qualquer tempo e sem quaisquer prejuízos. **A SUA PARTICIPAÇÃO É VOLUNTÁRIA, E A RECUSA EM PARTICIPAR NÃO ACARRETARÁ QUALQUER PENALIDADE OU MODIFICAÇÃO NA FORMA EM QUE O SR.(A) É ATENDIDO(A) PELO PESQUISADOR**. Os resultados obtidos pela pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou qualquer dado, material ou registro que indique sua participação no estudo não será liberado sem a sua

permissão. O(A) SR.(A) NÃO SERÁ IDENTIFICADO(A) EM NENHUMA PUBLICAÇÃO QUE POSSA RESULTAR.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável no **(PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA da UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS)**, e a outra será fornecida ao Sr. (a). Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 05 (cinco) anos na **Sala do Núcleo de Extensão e Pesquisa da Biologia - NEPEBIO, bloco F**, do Curso de Mestrado Acadêmico PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA da UFNT e, após esse tempo, serão destruídos. **Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções N° 466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.** Os resultados desta pesquisa serão disponibilizados e discutidos com todos os participantes, pois este será um trabalho construído em conjunto e o conhecimento dos dados, que foram gerados por estudantes, coletados e analisados pelo pesquisador precisará de aval deste grupo para publicação. Estando de acordo com as informações descritas no texto e após finalização da dissertação esta entrará para o acervo da biblioteca da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Araguaína e ainda do Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

Para obtenção de qualquer tipo de informação sobre os seus dados, esclarecimentos, ou críticas, em qualquer fase do estudo, o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com o pesquisador no endereço (RUA 13, n. 492, setor São Pedro CEP: 77823-460, Araguaína-TO), pelo e-mail: marcoswilson161997@gmail.com ou robotmw@mail.uft.edu.br ou pelo telefone (63) 99256-9340. Em caso de dúvidas quanto aos aspectos éticos da pesquisa o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFT. O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) é composto por um grupo de pessoas que estão trabalhando para garantir que seus direitos como participante de pesquisa sejam respeitados. Ele tem a obrigação de avaliar se a pesquisa foi planejada e se está sendo executada de forma ética. Se o (a) Senhor (a) achar que a pesquisa não está sendo realizada como esperado ou que está sendo prejudicado de alguma forma, poderá entrar em contato com o CEP da Universidade Federal do Tocantins pelo telefone (63) 3229 4023, pelo e-mail: cep_uft@uft.edu.br, ou Quadra 109 Norte, Av. NS 15, ALCNO 14, Prédio da Reitoria, 2º Pavimento, Sala 16, Plano Diretor Norte, CEP-UFT 77001-090 - Palmas/TO. O (A) Sr. (a) pode inclusive fazer a reclamação sem se identificar, se preferir. O horário de atendimento do CEP é às terças, das 8h às 11h30.

Eu, _____, portador do documento de Identidade _____ fui informado (a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa (A TEORIA ATÔMICA NO ENSINO DE QUÍMICA: TDICs E REFLEXÕES EPISTEMOLÓGICAS), de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

Declaro que concordo em participar desta pesquisa. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas.

Nome do Participante:

Data:

ASSINATURA DO PARTICIPANTE

Nome do Pesquisador Responsável: Marcos Wilson Vicente de Assis

Endereço: Rua 13, nº 492

Bairro: São Pedro

CEP: 77.823-460

Cidade: Araguaína - TO

Telefone Celular: (63) 99256-9340

E-mail: marcoswilson161997@gmail.com

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL

DATA

APÊNDICE C - PLANO DE AULA 1

Plano de Aula (Aula 1)

Professor: Marcos Wilson Vicente de Assis.

Carga horária: 3 horas.

Curso: Química (Licenciatura).

Disciplina: Introdução à Química.

Conteúdo: Teoria atômica.

Objetivos

Objetivo Geral

Apresentar para os alunos o contexto histórico das teorias atômicas.

Objetivos específicos:

- 1-Apresentar os conceitos históricos sobre a teoria atômica por meio de slides;
- 2-Problematizar as analogias, os modelos e os esquemas utilizados para explicar a teoria atômica;
- 3-Produzir um relato de como foi trabalhado a teoria atômica dentro da educação básica.

Conteúdos

Abordagem sócio-histórica sobre as Primeiras noções de átomo, O átomo de Dalton, Os experimentos de Crookes, O átomo de Thomson, Rutherford, Natureza ondulatória da luz, Espectros de linhas, Energia quantizada e fótons, Comportamento ondulatório da matéria e o átomo moderno.

Metodologia

Aula dialógica.

Recursos

Apagador para quadro branco, Data show, Extensão elétrica, Gravador, Notebook, Plano de aula impresso, Pincel para quadro branco, Questionário, Slides e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Descrição da atividade

Primeiro momento: consistirá na apresentação da proposta de uma Sequência Didática sobre a teoria atômica. Inicialmente, os discentes serão indagados sobre o que vem na cabeça ao se falar em átomo e escreverão no quadro suas respostas (Tempestade de ideias). As respostas serão registradas através de uma fotografia, o principal objetivo é compreender qual a imagem de átomo que os acadêmicos do curso de Licenciatura em Química da UFNT (Universidade Federal do Norte do Tocantins) possuem. Em seguida, serão abordados por meio de slides conteúdos referentes à teoria atômica: Primeiras noções de átomo, O átomo de Dalton, Os experimentos de Crookes, O átomo de Thomson, Rutherford, Natureza ondulatória da luz, Espectros de linhas, Energia quantizada e fótons, Comportamento ondulatório da matéria e o átomo moderno. A intenção não é apenas trabalhar os conteúdos em si, mas mostrar através de questionamentos provocadores e reflexões construídas de forma conjunta, como se dá o processo de constituição do conhecimento científico. Mostrando que existem redes de produção de conhecimento, não sendo algo feito de forma isolada e cumulativa, conforme é salientado por autores como Pérez *et al* (2001).

Segundo momento: em seguida, após as explanações e reflexões do primeiro momento da aula, ainda utilizando-se de slides, a intenção é aprofundar aquilo que os mesmos entendem por esquemas, modelos e analogias. Para tanto, recorreu-se a literatura em busca de trabalhos que versam sobre a temática, como os de Ferreira & Justi (2008); Moraes (2020) e Oliveira (2012).

Terceiro momento: a última atividade da aula será uma pesquisa que os discentes deverão realizar por vídeos que apresentem esquemas, modelos e analogias para explicação da teoria atômica, presentes na Plataforma Youtube.

Avaliação

Participação dos alunos e questionamentos orais.

Bibliografia

Básica:

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

BROWN, Theodore L.; LEMAY JR., H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. *et al.* **Química: a Ciência Central**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

RUSSEL, John B. **Química Geral**. São Paulo: MacGraw Hill Ltda, 1981.

VIANA, Hélio Elael Bonini; PORTO, Paulo Alves. O processo de elaboração da teoria atômica de Dalton. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n. 7, 2007.

APÊNDICE D - PLANO DE AULA 2

Plano de Aula (Aula 2)

Professor: Marcos Wilson Vicente de Assis.

Carga horária: 3 horas.

Curso: Química (Licenciatura).

Disciplina: Introdução à Química.

Conteúdo: Teoria atômica.

Objetivos

Objetivo Geral

Discutir as produções audiovisuais sobre a teoria atômica.

Objetivos específicos:

- 1-Apresentar vídeos sobre a teoria atômica;
- 2-Refletir sobre o uso de recursos audiovisuais;
- 3-Produzir um relato.

Conteúdos

Abordagem sócio-histórica sobre as Primeiras noções de átomo, O átomo de Dalton, Os experimentos de Crookes, O átomo de Thomson, Rutherford, Natureza ondulatória da luz, Espectros de linhas, Energia quantizada e fótons, Comportamento ondulatório da matéria e o átomo moderno.

Metodologia

Aula dialógica.

Recursos

Apagador para quadro branco, Data show, Extensão elétrica, Gravador, Notebook, Pincel para quadro branco e Slides.

Descrição da atividade

Primeiro momento: inicialmente, pretende-se discutir vídeos que versam sobre a teoria atômica trazidos pelos alunos como tarefa da aula anterior.

Segundo momento: em seguida, após o diálogo inicial, a intenção é apresentar vídeos da Plataforma Youtube que tratam da teoria atômica e discutir o emprego de analogias nos mesmos.

Terceiro momento: logo após, retomar as perguntas do questionário por meio de slides e discussões sobre as TDICs. almeja-se que os discentes da turma possam levantar possíveis dificuldades e possibilidades sobre a utilização das TDICs (Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação) no ensino da teoria atômica.

Quarto momento: por fim, a última atividade irá consistir na produção de um relato sobre como foi trabalhado a teoria atômica dentro da educação básica, tecendo críticas com base em Bachelard. A intenção é que os acadêmicos possam resgatar o Livro Didático (LD) da época, além disso, devem inserir o nome da escola e o município; então, relatar um episódio na educação básica ou em uma situação de regência na formação inicial. Esta atividade deverá ser enviada no AVA até terça.

Avaliação

Participação dos alunos e questionamentos orais.

Bibliografia

Básica:

ALVES, Bernardo Copello. **A visão como obstáculo epistemológico para a aprendizagem de modelos atômicos**. Orientadora: Maria da Conceição de Almeida Barbosa Lima. 2020. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2020.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316 p.

FERREIRA, Poliana Flávia Maia; JUSTI, Rosária da Silva. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 32-36, 2008.

MORAES, Jaqueline De. **Modelos didáticos e o ensino de ciências**. Orientador: Patrícia Franchi de Freitas. 2020. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas – Licenciatura) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2020.

OLIVEIRA, Helena Rivelli. **Argumentação no ensino de ciências**: o uso de analogias como recurso para a construção do conhecimento. Orientador: Márcio Silveira Lemgruber. 2012. 130 f. Juiz de Fora: Dissertação (Mestrado em Educação) –Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

APÊNDICE E - PLANO DE AULA 3

Plano de Aula (Aula 3)

Professor: Marcos Wilson Vicente de Assis.

Carga horária: 3 horas.

Curso: Química (Licenciatura).

Disciplina: Introdução à Química.

Conteúdo: Teoria atômica.

Objetivos

Objetivo Geral

Socializar os trabalhos desenvolvidos pelos estudantes em sala de aula.

Objetivos específicos:

- 1-Socializar os relatos produzidos pelos alunos;
- 2-Discutir as pesquisas trazidas pelos alunos com base nos obstáculos epistemológicos;
- 3-Apresentar desenhos sobre o átomo (individual);
- 4-Solicitar aos alunos a produção de um trabalho escrito sobre os vídeos encontrados na plataforma YouTube.

Conteúdos

Abordagem sócio-histórica sobre as Primeiras noções de átomo, O átomo de Dalton, Os experimentos de Crookes, O átomo de Thomson, Rutherford, Natureza ondulatória da luz, Espectros de linhas, Energia quantizada e fótons, Comportamento ondulatório da matéria e o átomo moderno.

Metodologia

Aula dialógica.

Recursos

Apagador para quadro branco, Data show, Extensão elétrica, Gravador, Notebook, Pincel para quadro branco e Slides.

Descrição da atividade

Primeiro momento: socialização das pesquisas realizadas pelos alunos na plataforma YouTube;

Segundo momento: após a socialização, discutir as pesquisas trazidas pelos alunos;

Terceiro momento: solicitar aos alunos a produção de um trabalho escrito sobre os vídeos encontrados na plataforma YouTube. Estrutura do trabalho: apresentar o título e link dos vídeos; o motivo da escolha do vídeo; apresentar os conteúdos da química abordados no vídeo. Apresentar as reflexões sobre o uso de modelos e analogias no ensino da teoria atômica. Considerações finais: apontando a importância desse tipo de atividade.

Quarto momento: avaliação da sequência didática mediada por TDICs.

Avaliação

Participação dos alunos e questionamentos orais.

Bibliografia

Básica:

Ramos, Tatiana C.; Mozzer, Nilmara 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**, v. 40, n. 2, 2018.

O ÁTOMO do Pudim de Passas - Ensaio 93. 21 ago. 2021. 1 vídeo (7 min 52 s). Publicado pelo canal Ensaios de Física. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=x5uyIMk6pHl>. Acesso em: 28 nov. 2023.

Complementar:

PÉREZ, Daniel Gil. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n. 2, p. 125-153, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/DyqhTY3fY5wKhzFw6jD6HFJ/>. Acesso em: 3 out. 2023.

APÊNDICE F - PROGRAMA DE DISCIPLINA INTRODUÇÃO À QUÍMICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CÂMPUS DE ARAGUAÍNA
CURSO DE QUÍMICA

Avenida Paraguai, esq. com a Urixamas, S/N - Setor Cimba 77.824-838 | Araguaína/TO
(63) 3416-5714 | www.uft.edu.br | quiarag@uft.edu.br



PROGRAMA DE DISCIPLINA INTRODUÇÃO À QUÍMICA

INFORMAÇÕES GERAIS			
Código: CET568	Créditos: 03	Carga Horária: 45 horas-aula	Tipo: Optativa
Turma: QAV06			Semestre: 2023/2
Professor: Marcos Wilson Vicente de Assis			Matrícula: 3299607

1 EMENTA

Introdução aos conceitos básicos em química: Matéria e Medição; Átomos, Elementos e Substâncias; Formulação e nomenclatura de compostos iônicos e Moleculares; Funções inorgânicas; Reações Químicas; Equações Químicas; Cálculos estequiométricos envolvendo soluções.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Propiciar uma visão abrangente da Química e, deste modo, possibilitar que os acadêmicos desenvolvam no decorrer da disciplina seus conceitos fundamentais.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar conceitos fundamentais em química;
- Compreender como se formam os compostos moleculares e iônicos;
- Definir ácidos e bases;
- Capacitar os discentes para a realização de cálculos estequiométricos.

3 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Matéria, estados físicos da matéria, elementos, compostos, misturas, técnicas de separação de misturas e propriedades da matéria, unidades de medida, densidade e análise dimensional.
2. Primeiros Modelos Atômicos: O átomo de Dalton, O átomo de Thomson e Rutherford. Isótopos e Tabela Periódica.
3. Os números quânticos e os orbitais, configuração eletrônica e propriedades periódicas: raios atômicos e iônicos, energia de ionização e afinidade eletrônica.
4. Compostos moleculares e iônicos, nomenclatura de compostos químicos
5. Ligações Químicas: símbolos de Lewis, ligação iônica, fórmula de um composto iônico, ligação covalente, estruturas de Lewis, propriedades dos compostos iônicos e covalentes e eletronegatividade.
6. Soluções, reações de precipitação e regras de solubilidade para compostos iônicos; Ácidos

UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CÂMPUS DE ARAGUAÍNA
CURSO DE QUÍMICA



Avenida Paraguai, esq. com a Urixamas, S/N - Setor Cimba 77.824-838 | Araguaína/TO
(63) 3416-5714 | www.uft.edu.br | quiarag@uft.edu.br

e bases: nomenclatura de ácidos e bases, reações de neutralização, reações ácido-base com formação de gás; Reações redox: números de oxidação e oxidação de metais por ácidos e sais.

7. Estequiometria: equações químicas, balanceamento de equações químicas, reações de combinação e decomposição, massa molecular, composição percentual a partir de fórmulas, mol, massa molar, fórmulas mínimas, fórmula molecular, reagente limitante e rendimento de reação.

4 METODOLOGIA

4.1 Ensino

O Conteúdo Programático será desenvolvido através de Aulas presenciais com uso de quadro e mídia.

4.2 Avaliação

O desempenho do aluno será avaliado por meio de atividades teóricas.

Item avaliativo	Valor	Peso
Prova	10,0	10
Prova	10,0	10
Prova	10,0	10
Prova	10,0	10
Total	40,0	10

5 BIBLIOGRAFIA

5.1 Básica

1. ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
2. BROWN, T. L. et al. **Química**: a Ciência Central. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
3. RUSSEL, J. B. **Química Geral**. São Paulo: MacGraw-Hill Ltda, 1981.

5.2 Complementar

4. CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. **Química**. 11. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.
5. BRADY, J. E.; HUMISTON, G. E. **Química geral**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. Livros Técnicos Científicos LTC, 1981

Prof. Marcos Wilson Vicente de Assis

Matrícula 3299607

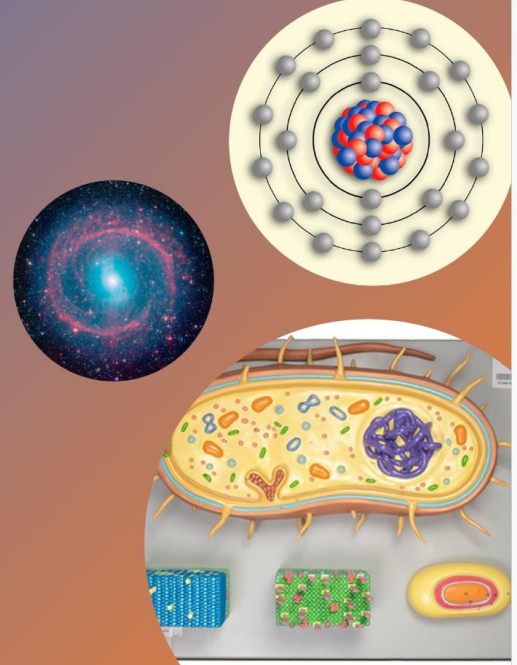
APÊNDICE G - SLIDE SOBRE A TEORIA ATÔMICA



APÊNDICE H - SLIDE 1 SOBRE ANALOGIAS, MODELOS E ESQUEMAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS.

+
o • Analogias, modelos e esquemas no ensino de Ciências

Professor: Marcos Wilson Vicente de Assis



**APÊNDICE I - SLIDE 2 COM PERGUNTAS REALIZADAS NA PRIMEIRA AULA
SOBRE ANALOGIAS, MODELOS E ESQUEMAS.**

- 1-O que seria uma analogia?
- 2-E um modelo?
- 3-Por qual razão são utilizados na Ciência?
- 4-Será que sempre contribuem para o processo de aprendizagem?

APÊNDICE J -ANALOGIA SOBRE O MODELO ATÔMICO DE RUTHERFORD.**Analogia do modelo atômico**

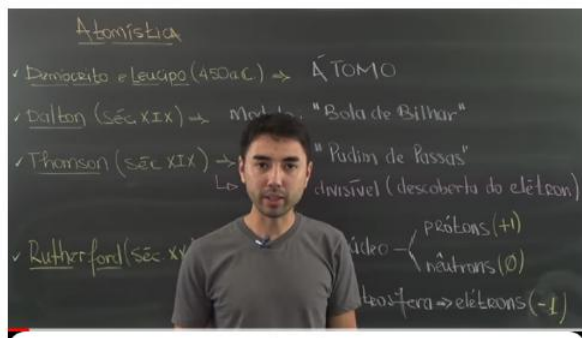
Momento do vídeo em que apresenta a analogia: 6:26 à 6:44.

APÊNDICE K - VÍDEO PRESENTE NO TRABALHO DO ACADÊMICO A5.

Título: AULA QUÍMICA - TEORIA ATÔMICA: Modelos Atômicos - STOODI

Nome do canal: Stoodi

Link: <https://youtu.be/MtBbVt7eInE?si=HTG00eeOCMbtGWbT>



Descrição ✕

AULA QUÍMICA - TEORIA ATÔMICA: Modelos Atômicos - STOODI

 Stoodi

42 mil
Marcações "Gostei"

1.361.363
Visualizações

2014
7 de mai.

[Aulas de Química](#)

Você conhece a atomística? Isso, as TEORIAS ATÔMICAS.

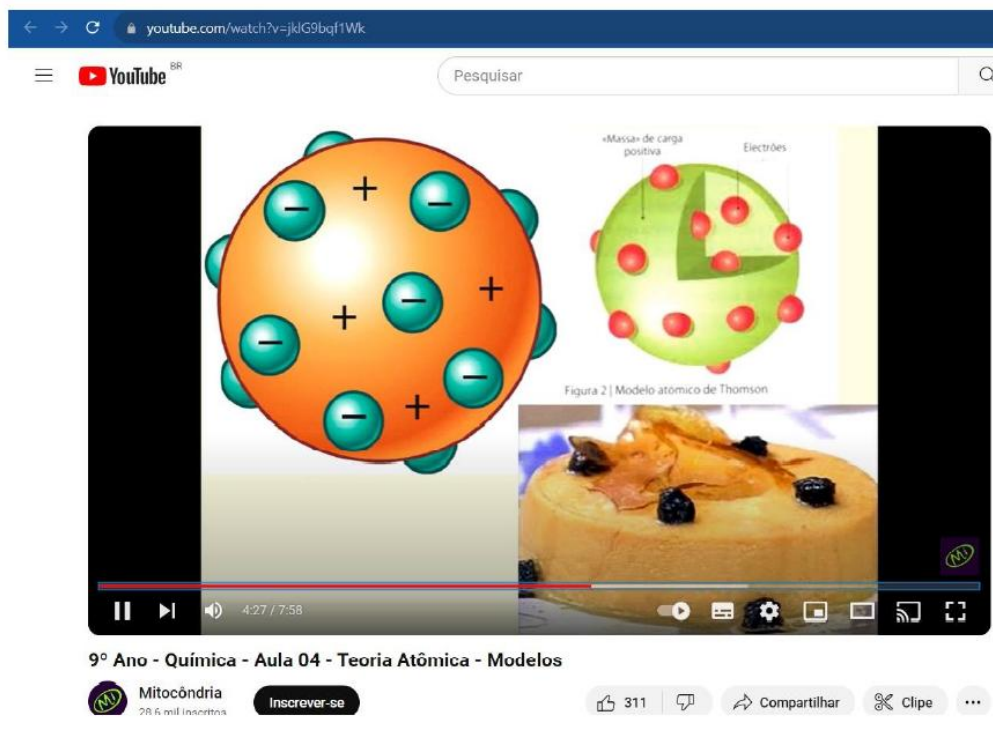
Nesta aula, o prof Igor vai explicar os modelos de Dalton, Thomson, Rutherford e Rutherford-Bohr.

APÊNDICE M - VÍDEO PRESENTE NA PESQUISA DO ACADÊMICO A1.

Título: 9º Ano - Química - Aula 04 - Teoria Atômica - Modelos

Nome do canal: Mitocôndria

Link: <https://youtu.be/jklG9bqf1Wk?si=zvbfIhaEZlwuJTIQ>



The screenshot shows a YouTube video player interface. The video content displays two models of the Thomson atomic model. The left model is a large orange sphere with several smaller blue spheres (electrons) embedded on its surface, with plus signs (+) scattered inside. The right model is a smaller green sphere with red spheres (electrons) embedded on its surface, also with plus signs (+) inside. Labels in Portuguese identify the components: «Massa de carga positiva» (positive charge mass) and «Electrões» (electrons). Below the models is the caption «Figura 2 | Modelo atômico de Thomson». The video player controls show a progress bar at 4:27 / 7:58. Below the video, the channel name «9º Ano - Química - Aula 04 - Teoria Atômica - Modelos» is visible, along with the channel logo «Mitocôndria» (28.6 mil inscritos) and an «Inscrever-se» button. Interaction buttons for likes (311), comments, share, clip, and more options are also present.

APÊNDICE N - SLIDE 7 COM RECORTE DAS FALAS DOS ACADÊMICOS.

- "youtube, slides, filmes ajudam nos aprendizados de conceitos de química"



APÊNDICE O - SLIDE 8 COM RECORTE DAS FALAS DOS ACADÊMICOS.

- "Em slides contendo conteúdos sobre o assunto, vídeos através do youtube"

APÊNDICE P - SLIDE 9 COM RECORTE DAS FALAS DOS ACADÊMICOS.

- "Através de gráficos, imagens, vídeos, esquematizações e entre outros"

ANEXO A - QUESTÕES ÉTICAS DA PESQUISA

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE
FEDERAL DO TOCANTINS -
UFT



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A TEORIA ATÔMICA NO ENSINO DE QUÍMICA: TDICs E REFLEXÕES EPISTEMOLÓGICAS

Pesquisador: MARCOS WILSON VICENTE DE ASSIS

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 71172423.5.0000.5519

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS - UFNT

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.471.938

Apresentação do Projeto:

A presente pesquisa busca analisar as limitações e possibilidades das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) na educação em Ciências na perspectiva dos estudantes do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins. Portanto, pretende-se compreender qual tem sido a contribuição das TDICs no processo de ensino e aprendizagem destes. De forma mais específica: Identificar as

concepções dos alunos sobre o uso das tecnologias digitais da informação e comunicação; Apontar os limites ou dificuldades que os estudantes do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins possuem ao se deparar com aulas em que se faz uso das TDICs; Discutir as possibilidades das contribuições alcançadas pelo uso das TDICs, partindo das falas dos acadêmicos. O foco da investigação serão discentes do Centro de Ciências Integradas, Campus de Araguaína, da Universidade Federal do Norte do Tocantins. Metodologicamente se trata de uma pesquisa participante com abordagem qualitativa. Como instrumentos para coleta de dados se fará uso de questionário (composto por perguntas abertas e fechadas) e entrevistas não-diretivas. Metodologicamente se trata de uma pesquisa participante com abordagem qualitativa. Critérios de exclusão: acadêmicos que ainda não sejam maiores de idade e que não assinarem o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E

ESCLARECIDO - TCLE. Critérios de inclusão: acadêmicos que sejam maiores de idade e que assinarem o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE. Para os fins do presente

Endereço: Quadra 109 Norte, Av. Ns 15, ALCNO 14, Prédio da Reitoria, 2º Pavimento, Sala 16.
Bairro: Plano Diretor Norte **CEP:** 77.001-090
UF: TO **Município:** PALMAS
Telefone: (63)3229-4023 **E-mail:** cep_uft@uft.edu.br

Continuação do Parecer: 6.471.938

estudo optou-se por se valer da Análise de Conteúdo, considerando-se que almeja-se captar as informações a partir do discurso dos estudantes. Por fim, a Análise de Conteúdo realizada nesta pesquisa estará embasada em Bardin (2018).

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar as limitações e possibilidades do uso das TDICs no ensino da teoria atômica na perspectiva dos discentes do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins.

Objetivo Secundário:

Identificar as concepções dos alunos sobre o uso das tecnologias digitais da informação e comunicação; Apontar os limites ou dificuldades que os estudantes do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Norte do Tocantins possuem ao se deparar com aulas em que se faz uso das TDICs para explicar a teoria atômica; Discutir as possibilidades das contribuições alcançadas pelo uso das TDICs, partindo das falas dos acadêmicos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Conforme as resoluções do CNS (Conselho Nacional de Saúde) 466/12 e 510/16 qualquer pesquisa envolvendo seres humanos possui riscos. Assim sendo, é possível que esta pesquisa possa fazer emergir profundas sensações, sentimentos e emoções de suas memórias, vivências e experiências lembradas e respostas do questionário, pois, pode acontecer de algum participante não possuir acesso às TDICs e ficar constrangido por esse motivo. Além disso, pode acontecer de haver constrangimentos por conta da comparação, inevitável, entre os próprios estudantes da turma e /ou desconforto, exposição, inibição, medo, vergonha, receio de revelar informações, sentimento de invasão de privacidade e recordações negativa.

Como MEDIDAS MINIMIZADORAS PARA OS PARTICIPANTES a realização da presente pesquisa buscará garantir o sigilo em relação às suas respostas, as quais serão tidas como confidenciais e utilizadas apenas para fins científicos; o pesquisador informará no TCLE que caso algum risco se concretize, as instituições envolvidas devem ser informadas sobre o ocorrido; serão fornecidas todas as explicações necessárias para responder as questões; serão informados sobre a liberdade de se recusar a ingressar e participar do estudo,

Endereço: Quadra 109 Norte, Av. Ns 15, ALCNO 14, Prédio da Reitoria, 2º Pavimento, Sala 16.
Bairro: Plano Diretor Norte **CEP:** 77.001-090
UF: TO **Município:** PALMAS
Telefone: (83)3229-4023 **E-mail:** cep_uft@uft.edu.br

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE
FEDERAL DO TOCANTINS -
UFT



Continuação do Parecer: 6.471.938

sem penalização alguma por parte dos pesquisadores; será garantido o zelo pelo sigilo dos dados fornecidos e pela guarda adequada das informações coletadas, assumindo também o compromisso de não publicar o nome dos participantes (nem mesmo as iniciais) ou qualquer outra forma que permita a identificação individual e garantir o acesso em um ambiente que proporcione privacidade durante a coleta de dados, uma abordagem humanizada, optando-se pela escuta atenta e pelo acolhimento do participante, obtenção de informações, apenas no que diz respeito àquelas necessárias para a pesquisa.

Benefícios:

Compreender o papel das TDICs no processo de aprendizagem por meio das falas dos estudantes sobre os mesmos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa apresenta grande relevância científica e social, podendo ser instrumento de desenvolvimento de estratégias pedagógicas em sala de aula. O projeto está vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGecim) da Universidade Federal do Norte de Tocantins (UFNT), Campus de Araguaína.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2149225.pdf	11/10/2023 13:41:56		Aceito
Outros	Carta_Resposta_2.pdf	11/10/2023 13:40:56	MARCOS WILSON VICENTE DE ASSIS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao.pdf	11/10/2023 13:39:17	MARCOS WILSON VICENTE DE ASSIS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	Projeto_de_pesquisa_final.pdf	11/10/2023 13:32:50	MARCOS WILSON VICENTE DE ASSIS	Aceito

Endereço: Quadra 109 Norte, Av. Ns 15, ALCNO 14, Prédio da Reitoria, 2º Pavimento, Sala 18.
Bairro: Plano Diretor Norte CEP: 77.001-090
UF: TO Município: PALMAS
Telefone: (63)3229-4023 E-mail: cep_uft@uft.edu.br

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE
FEDERAL DO TOCANTINS -
UFT



Continuação do Parecer: 6.471.938

Investigador	Projeto_de_pesquisa_final.pdf	11/10/2023 13:32:50	MARCOS WILSON VICENTE DE ASSIS	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	11/10/2023 13:31:22	MARCOS WILSON VICENTE DE ASSIS	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_assinada.pdf	11/10/2023 13:23:51	MARCOS WILSON VICENTE DE ASSIS	Aceito
Outros	Carta_Resposta.pdf	15/08/2023 08:26:19	MARCOS WILSON VICENTE DE ASSIS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projetodepesquisa.pdf	15/08/2023 08:24:13	MARCOS WILSON VICENTE DE ASSIS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_Marcos_Wilson_Vicente_de _Assis_CEP.pdf	03/07/2023 14:44:41	MARCOS WILSON VICENTE DE ASSIS	Aceito
Outros	Instrumentos_coletas_de_dados_questi onario.pdf	22/06/2023 15:50:24	MARCOS WILSON VICENTE DE ASSIS	Aceito
Outros	ROTEIRO_DE_ENTREVISTA_PARA_O S_ACADEMICOS.pdf	22/06/2023 15:50:09	MARCOS WILSON VICENTE DE ASSIS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_pesquisa.pdf	22/06/2023 15:39:49	MARCOS WILSON VICENTE DE ASSIS	Aceito
Orçamento	Orcamento_pesquisa.pdf	22/06/2023 15:38:02	MARCOS WILSON VICENTE DE ASSIS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	22/06/2023 15:37:25	MARCOS WILSON VICENTE DE ASSIS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PALMAS, 30 de Outubro de 2023

Assinado por:
MARCELO GONZALEZ BRASIL FAGUNDES
(Coordenador(a))

Endereço: Quadra 109 Norte, Av. Ns 15, ALCNO 14, Prédio da Reitoria, 2º Pavimento, Sala 16.
Bairro: Plano Diretor Norte CEP: 77.001-090
UF: TO Município: PALMAS
Telefone: (63)3229-4023 E-mail: cep_uft@uft.edu.br